



Die Natur und Wir

Leichtverständliche Aufzeichnungen

von

Dr. J. Reinke







Die Natur und Wir.

Die Natur und Wir.

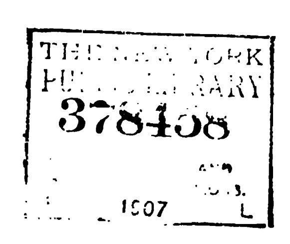
Leichtverständliche Aufzeichnungen

von

Dr. J. Reinke,
Professor in Kiel.



Berlin,
Verlag von Gebrüder Paetel.
1907.

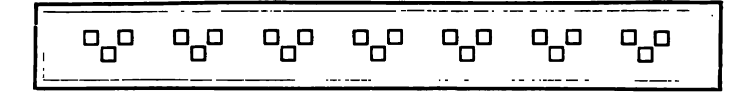

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
378458
1907
L



Inhalt.

ooo





Erstes Kapitel.

Stimmen aus alter und neuer Zeit.

▼ ▼ ▼

1.

Der Mensch lebt nicht von Brot allein.

Neues Testament.

2.

Wir wissen, daß die Natur in ihrer einfachen Wahrheit größer und herrlicher ist als jedes Gebild von Menschenhand und als alle Illusionen des erschaffenen Geistes.

R. Mayer.

3.

Wie mannigfaltig auch die Einbildungskraft des Menschen ist, die Natur ist noch tausendmal reicher.

H. Poincaré.

4.

Der Forscher mit seinem ganzen Denken ist ja auch nur ein Stück Natur wie jedes andere.

E. Mach.

5.

Die Einsicht in den Zusammenhang der lebendigen Kräfte des Weltalls ist die edelste Frucht der menschlichen Kultur.

A. v. Humboldt.

6.

Die Wissenschaft soll ein Gemeingut aller sein; sie soll allen Hilfsbedürftigen und Hilfesuchenden helfen und das geistige Vermögen der Armen und Reichen vermehren, die reinen Sinnes die Wahrheit wollen. — Die Naturforschung hat das Eigene, daß alle ihre Resultate dem gesunden Menschenverstande des Laien ebenso klar, einleuchtend und verständlich sind wie dem Gelehrten, daß der letztere vor dem andern nichts voraus hat als die Kenntnis der Mittel und Wege, durch welche sie erworben werden.

J. v. Liebig.

7.

Was die Philosophie in der Naturwissenschaft leistet, ist immer, ob sie irrt oder das Richtige trifft, die Schaffung von Ordnung, die Zusammenfassung der Einzelheiten in eine Übersicht, die Zurückführung der Erscheinungen auf Einheiten oder auf einfachere Ursachen.

J. Wiesner.

8.

Die wissenschaftlichen Ansichten knüpfen unmittelbar an die volkstümlichen an, von welchen sie anfänglich überhaupt nicht zu trennen sind, und entwickeln sich allmählich aus diesen. Der Himmel erscheint uns aus physiologischen Gründen als eine Kugel von einem bestimmten, nicht einmal sehr großen Radius. Das ist die volkstümliche und auch die erste wissenschaftliche Ansicht. Der nächtliche Anblick führt uns dazu, dieser Kugel eine Drehung zuzuschreiben und die Sterne an derselben für befestigt und vor dem Fallen für geschützt zu halten. Die ungleichen Bewegungen, die nun bei näherem Zusehen an den Planeten, am Monde und an der Sonne bemerkt werden, führen zur Annahme mehrerer, durchsichtiger, ineinander geschachtelter

Sphären mit verschiedenen Drehungen. So entwickelt sich allmählich die Epizykeltheorie, das Ptolemäische, das antike heliozentrische und das Kopernikanische System.

E. Mach.

9.

Durch den Glanz neuer Entdeckungen angeregt, mit Hoffnungen genährt, deren Täuschung oft spät erst eintritt, wähnt jedes Zeitalter, dem Kulminationspunkte im Erkennen und Verstehen der Natur nahe gelangt zu sein. Doch jedes Erforschte ist nur eine Stufe zu etwas Höherem.

A. v. Humboldt.

10.

Es liegt alle Wahrheit und alle Weisheit zuletzt in der Anschauung.

A. Schopenhauer.

11.

Wir müssen mit der Erfahrung beginnen und auf diesem Wege den inneren Zusammenhang der Erscheinungen aufdecken; das ist die Methode der Naturforschung.

Lionardo da Vinci.

12.

Alles Wissen stammt aus der Erfahrung.

J. Kant.

13.

So sehen wir uns an die Erfahrung als die mächtige, einzige, letzte Quelle unserer Naturerkenntnis verwiesen, worunter nicht die Erfahrung eines einzelnen Menschen oder einer Generation, sondern die angehäufte Erfahrung aller Menschen zu allen Zeiten, wie sie in Büchern zusammengetragen oder durch Tradition überliefert worden, zu verstehen ist. Erfahrung wird auf zwei Wegen gewonnen. Entweder durch Aufzeichnung von Tatsachen, so wie diese

vorfallen, ohne irgend einen Versuch, auf die Häufigkeit ihres Eintreffens Einfluß auszuüben, oder die dabei obwaltenden Umstände abzuändern: das ist Beobachtung; oder dadurch, daß wir Ursachen und Kräfte, die wir in unserer Gewalt haben, in Tätigkeit versetzen, absichtlich ihre Kombinationen abändern und feststellen, was für Wirkungen daraus hervorgehen: das nennen wir ein Experiment. Diese beiden Quellen müssen wir als den Ursprung aller Naturwissenschaft ansehen.

J. Herschel.

14.

Die Selbstprüfung und die dadurch zu erhaltende Selbsterkenntnis ist aller menschlichen Weisheit Anfang.

J. Kant.

15.

Ich bin dankbar für die schärfste Kritik, wenn sie nur sachlich ist.

Bismarck.

16.

Wir schätzen die Tatsachen ihrer Unvergänglichkeit wegen, und weil sie den Boden für die Ideen abgeben; den eigentlichen Wert empfängt aber die Tatsache erst durch die Idee, die daraus entwickelt wird. Eine allzu große Schätzung der Tatsachen ist übrigens häufig ein Merkzeichen eines Mangels an richtigen Ideen.

J. v. Liebig.

17.

Wahrlich ich sage euch, eine einzige Zahl hat mehr wahren und bleibenden Wert als eine kostbare Bibliothek voll Hypothesen.

R. Mayer.

18.

Notwendig heißt das, von dem wir das Gegenteil nicht begreifen können. Gesetz nennen wir eine Regel, die wir

stets bewährt gefunden haben, und von der wir hoffen, daß sie sich stets bewähren wird. Th. Huxley.

19.

Wer nie gefühlt hat, daß die strenge und allgemeine Naturgesetzlichkeit alles Geschehens ebenso sehr der Erklärung bedarf, als sie nach der alltäglichen Auffassung erklärt, der bleibe draußen! Wer weiß denn, warum die Naturgesetze herrschen? Niemand! Die ganze Welt ist in diesem Sinne verstanden eine einzige ungeheuere Hexerei. Das Wesen der Dinge ist schwerlich so flach, wie die Mehrzahl der Köpfe, die ihm auf den Grund gekommen zu sein glauben.

O. Liebmann.

20.

Die scharfe Bezeichnung der natürlichen Grenzen menschlicher Forschung ist für die Wissenschaft eine Aufgabe von praktischem Werte, während die Versuche, in die Tiefen der Weltordnung durch Hypothesen einzudringen, ein Seitenstück bilden zum Streben der Adepten. R. Mayer.

21.

Man hüte sich, daß man über dem Streben nach Unerreichbarem nichts Erreichbares verliert. Das Streben nach dem Unmöglichen und Wunderbaren ist der fruchtbare Boden für den Mystizismus, Aberglauben und Betrug jeder Art.

R. Mayer.

22.

Alle unsere Ansichten sind aus Irrtümern hervorgegangen. Was wir heute für wahr halten, ist vielleicht morgen ein Irrtum. — Immer und zu allen Zeiten stand die alte Lüge an der Tür, wenn die junge Wahrheit Einlaß begehrte.

J. v. Liebig.

23.

Die wichtigste, um nicht zu sagen einzige Regel für die echte Naturforschung ist die: eingedenk zu bleiben, daß es unsere Aufgabe ist, die Erscheinungen kennen zu lernen, bevor wir nach Erklärungen suchen oder nach höheren Ursachen fragen mögen. Ist einmal eine Tatsache nach allen ihren Seiten hin bekannt, so ist sie eben damit erklärt, und die Aufgabe der Wissenschaft ist beendet.

R. Mayer.

24.

Ich stelle es als die Aufgabe der Mechanik hin, die in der Natur vor sich gehenden Bewegungen zu beschreiben, und zwar vollständig und auf die einfachste Weise zu beschreiben. Ich will damit sagen, daß es sich nur darum handeln soll, anzugeben, welches die Erscheinungen sind, die stattfinden, nicht aber darum, ihre Ursachen zu ermitteln.

G. Kirchhoff.

25.

Es war eine Art Glaubensartikel der Naturforschung, daß alles Geschehen einer strengen und erkennbaren Notwendigkeit unterworfen sei. Diese Auffassung beherrschte bis tief in das 19. Jahrhundert die Wissenschaft und besonders auch die Naturphilosophie, die mit ihrer Hilfe die Welt des Geschehens aus der Vernunft ableiten zu können glaubte. Es kam eine Reaktion, die schließlich den Kausalbegriff mit allen seinen Dunkelheiten ganz aus der Naturforschung zu verdrängen schien und ihr Ziel in ganz anderer Weise zu bestimmen suchte. Klar und bestimmt tritt diese veränderte Anschauung in der Mechanik von Kirchhoff zutage, in der ausdrücklich das Forschen nach den Ursachen verworfen wird. Diese Auffassung hat mehr und mehr an

Boden gewonnen, und die heutige mathematische Physik ist geneigt, ihre Theorien lediglich als einen kurzen zusammenfassenden Ausdruck für die Tatsachen der Beobachtung anzusehen. Sie erblickt in den Theorien nicht mehr objektive Wahrheiten, sondern unterscheidet sie nur nach ihrer größeren oder geringeren Zweckmäßigkeit zur Darstellung der Erfahrungstatsachen, d. h. nach ihrer Einfachheit und Allgemeinheit. So richtig auch dieser Standpunkt bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse in Physik und Mechanik ist, so bedeutsame Fortschritte wir ihm verdanken, so kann doch keine Wissenschaft den Begriff der Kausalität entbehren, und alle Maßnahmen des praktischen Lebens sind von ihm beherrscht. H. Weber.

26.

Man soll nicht Ursache und Wirkung fehlerhaft verdinglichen, wie es die Naturforscher tun — und wer gleich ihnen heute im Denken naturalisiert — gemäß der herrschenden mechanistischen Tölpelei, welche die Ursache drücken und stoßen läßt, bis sie „wirkt"; man soll sich der Ursache, der Wirkung eben nur als reiner Begriffe bedienen, d. h. als konventioneller Fiktionen zum Zweck der Bezeichnung, der Verständigung, nicht der Erklärung.

Fr. Nietzsche.

27.

Wo wir eine Ursache angeben, drücken wir nur ein Verknüpfungsverhältnis, einen Tatbestand aus, d. h. wir beschreiben. E. Mach.

28.

Es ist nicht richtig zu sagen: alles muß seine Ursache haben. Nur das Geschehende, das Veränderliche macht diese Frage nötig. Wenn es gelungen ist, das Veränderliche auf Unveränderliches, das Geschehen auf Seiendes zurück-

zuführen, dann verstummt die Frage nach dem Warum. Nicht etwa darum, weil man doch keine Antwort findet, sondern weil keine Antwort nötig ist. Das Seiende, das Unveränderliche macht die Frage nach dem Warum und Woher gar nicht rege. O. Flügel.

29.

In den höher entwickelten Naturwissenschaften wird der Gebrauch der Begriffe Ursache und Wirkung immer mehr eingeschränkt, immer seltener. Es hat dies seinen guten Grund darin, daß diese Begriffe nur sehr vorläufig und unvollständig einen Sachverhalt bezeichnen, daß ihnen die Schärfe mangelt. -- Ich habe irgendwo gelesen, daß ich „einen erbitterten Kampf" gegen den Begriff Ursache führe. Dies ist nicht der Fall, denn ich bin kein Religionsstifter. Ich habe diesen Begriff für meine Bedürfnisse und Zwecke durch den Funktionsbegriff ersetzt. Findet jemand, daß hierin keine Verschärfung, keine Befreiung oder Aufklärung liegt, so mag er ruhig bei den alten Begriffen bleiben; ich habe weder die Macht noch auch das Bedürfnis, jeden einzelnen zu meiner Meinung zu bekehren. Als jemand verklagt wurde, daß er nicht an die Auferstehung glaube, soll Friedrich der Zweite resolviert haben: „Wenn N. am jüngsten Tage nicht mit auferstehen will, so mag er meinetwegen liegen bleiben." Diese Kombination von Humor und Toleranz ist im allgemeinen sehr empfehlenswert. Die nach uns kommen, werden sich einmal recht verwundern, worüber wir streiten, und noch mehr, wie wir uns dabei ereifern konnten.

E. Mach.

30.

Die Nichtumkehrbarkeit der natürlichen Prozesse steht in direktem Widerspruch mit der Möglichkeit, dieselben mechanisch vollständig zu erklären. J. Classen.

31.

Mechanische Formeln verwandeln das Lebendige in ein Totes; sie töten das innere Leben, um von außen ein Unzulängliches heranzubringen. J. W. v. Goethe.

32.

Die Analogie ist ein besonderer Fall der Ähnlichkeit.

E. Mach.

Analogie ist nicht etwa eine unvollkommene Ähnlichkeit zweier Dinge, sondern eine vollkommene Ähnlichkeit zweier Verhältnisse zwischen ganz unähnlichen Dingen.

I. Kant.

33.

Wir sehen auf Erden Erscheinungen und empfinden Wirkungen, von denen wir nicht wissen, woher sie kommen und wohin sie gehen. Wir schließen auf einen geistigen Urquell, auf ein Göttliches, wofür wir keine Begriffe und keinen Ausdruck haben und welches wir zu uns herabziehen und anthropomorphisieren müssen, um unsere dunklen Ahnungen einigermaßen zu verkörpern und faßlich zu machen.

J. W. v. Goethe.

34.

Je tiefer wir in das harmonische, durch unabänderliche Gesetze geregelte und unserem vollen Verständnisse dennoch so tief verschleierte Walten der Naturkräfte eindringen, desto mehr fühlen wir uns zu demütiger Bescheidenheit angeregt, desto kleiner erscheint uns der Umfang unserer Kenntnisse, desto lebhafter wird unser Streben, mehr aus diesem unerschöpflichen Borne unseres Wissens und Könnens zu schöpfen, und desto höher steigt unsere Bewunderung der unendlichen ordnenden Weisheit, die diese ganze Schöpfung durchdringt.

W. v. Siemens.

35.

Wir nennen jenes Feuer aus der schwarzen Donnerwolke Elektrizität und halten gelehrte Vorträge darüber. Wir pressen seinesgleichen aus Glas und Seide. Aber was ist es? Was erzeugt es? Woher kommt es? Wohin geht es? Die Wissenschaft hat viel für uns getan; aber das wäre eine armselige Wissenschaft, die die große, tiefe, geheiligte Unendlichkeit des Nichtwissens vor uns verbergen wollte, jene Unendlichkeit, in die wir nie eindringen können, über welcher alle Wissenschaft wie bloßer oberflächlicher Nebel schwimmt. Diese Welt ist mit all unserem Wissen und all unseren Wissenschaften noch immer ein Wunder, wunderbar, unerforschlich, zauberhaft und mehr für alle, die darüber nachdenken wollen. Th. Carlyle.

36.

Ich weiß nicht, als was ich der Welt dereinst erscheinen werde; aber ich selbst komme mir nur vor wie ein am Meeresstrande spielender Knabe, der zu seiner eigenen Unterhaltung hier und da einen glatteren Kieselstein oder eine schönere Muschel als gewöhnlich findet, während der große Ozean der Wahrheit ganz unentdeckt vor meinen Blicken liegt. J. Newton.

37.

Derjenige, der sich mit Einsicht für beschränkt erklärt, ist der Vollkommenheit am nächsten. J. W. v. Goethe.

38.

Der Mensch ist das Maß aller Dinge.

Protagoras.

39.

Der Mensch begreift niemals, wie anthropomorphisch er ist. J. W. v. Goethe.

40.

Meine Untertanen sollten leben dürfen und nicht denken? Atem holen und ihre Gedanken nicht mitteilen? Ich wünsche mir nichts mehr, als ein kühnes, edles, frei denkendes Volk zu beherrschen, ein Volk, das Macht und Freiheit hat, zu denken und zu handeln, zu schreiben und zu sprechen, zu siegen und zu sterben. Mögen sie auch zuweilen die ihnen gegebene Freiheit mißbrauchen. Ich bin dann desto sicherer vor dem niederen Gewürm der Schmeichler und lerne die göttliche Kunst zu verzeihen. Wer diese nicht besitzt, ist des Thrones unwürdig. Aberglauben, geistlicher Despotismus und Unduldsamkeit hindert die Entwicklung der Talente. Freiheit zu denken erhebt Geist und Gemüt.

Friedrich der Große.

41.

Wer am Denken nicht gelitten hat, weiß nicht, was Denken heißt.

L. Stein.

42.

Die fortwährende Erfahrung über die Bewegung unseres Leibes beweist uns zur Genüge, daß die Materie, dem Willen eines denkenden Prinzips unterworfen, in ihren Bewegungen von jenen abweichen kann, die sie hätte, wenn sie sich selbst überlassen wäre.

J. d'Alembert.

43.

Die Lebenserscheinungen mögen einer wundervollen Musik verglichen werden, voll herrlicher Wohlklänge und ergreifender Dissonanzen; nur in dem Zusammenwirken aller Instrumente liegt die Harmonie, in der Harmonie nur liegt das Leben.

R. Mayer.

44.

Die meisten Naturforscher pflegen heute als Philosophen einen 150 Jahre alten Materialismus, dessen Unzulänglich-

keit nicht nur die Fachphilosophen, sondern alle dem philosophischen Denken nicht zu fern Stehenden längst durchschaut haben. — Bald wird wohl niemand mehr daran denken, die psychischen Erscheinungen auf Bewegung der Atome zu reduzieren, das Bewußtsein durch einen besonderen Stoff, durch eine eigene Qualität oder Energieform zu erklären.

E. Mach.

45.

Wenn oberflächliche Köpfe, die sich gerne als die Helden des Tages gerieren, außer der materiellen, sinnlich wahrnehmbaren Welt überhaupt nichts Weiteres und Höheres anerkennen wollen, so kann solch lächerliche Anmaßung einzelner der wahren Wissenschaft nicht zur Last gelegt werden; noch viel weniger aber kann sie derselben zu Nutz und Ehre gereichen.

R. Mayer.

46.

Die Unklarheit scheint sich unserer Begriffe um so mehr zu bemächtigen, je genauer wir an einem Objekt seine sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften untersuchen. Wenn man zur Idee der Ausdehnung noch die Undurchdringlichkeit hinzunimmt, scheint uns dies nur ein Geheimnis mehr darzubieten. Die Natur der Bewegung ist ein Rätsel für die Philosophen. Das metaphysische Prinzip der Gesetze des Stoßes ist ihnen nicht minder verborgen. Kurz, je mehr sie die Vorstellung, welche sie sich von der Materie bilden, und von den Eigenschaften, in denen sie sich darstellt, vertiefen, um so mehr verdunkelt sich diese Vorstellung und scheint ihnen entschlüpfen zu wollen; um so mehr gewinnen sie die Überzeugung, daß die Existenz der äußern Objekte, auf das vieldeutige Zeugnis unserer Sinne gegründet, uns am allermangelhaftesten bekannt ist.

J. d'Alembert.

47.

Wem es nicht zu Kopfe will, daß Geist und Materie, Seele und Körper, Gedanke und Ausdehnung oder (wie ein neuerer Franzos sich genialisch ausdrückt) Wille und Bewegung die notwendigen beiden Doppelingredienzien des Universums waren, sind und sein werden, die beide gleiche Rechte für sich fordern, und deswegen beide wohl als Stellvertreter Gottes angesehen werden können, wer zu dieser Vorstellung sich nicht erheben kann, der hätte das Denken längst aufgeben und auf gemeinen Weltklatsch seine Tage verwenden sollen. J. W. v. Goethe.

48.

Es ist vollkommen widersinnig, die Form als ein zufälliges Gebilde aus den blinden Bewegungen der materiellen Teile aufzufassen. Dieselben Leute, die das Wunder als den Untergang aller Wissenschaft zurückweisen, bedenken sich gar nicht, das Lebendige und Geformte aus dem bloßen Zufall regelloser Bewegungen abzuleiten und damit das Wunder aller Wunder als Tatsache zu setzen. — Was der Moment nicht vermag, vermag auch die noch so große Zeitdauer nicht. Es ist geradezu die herrschende Ansicht geworden, daß die Materie, an sich blind und stumm, mit der Länge der Zeit Vernunft angenommen habe. Eine ärgere Entstellung des an sich so bedeutsamen Entwicklungsgedankens kann es nicht geben. Spätere Geschlechter werden es unbegreiflich finden, daß dieselbe Menschheit, die die größten technischen Verbesserungen erdacht und verwirklicht hat, sich solchem abenteuerlichen Wahne habe hingeben können, im Vergleich mit welchem der Hexen- und Zauberglaube früherer Jahrhunderte eine leichte und entschuldbare Abirrung des Gedankens ist. A. Lasson.

49.

In Wahrheit liegt die Sache so, daß wir weder behaupten können, daß die innern Vorgänge der Lebewesen denselben Gesetzen folgen wie die Bewegungen der leblosen Körper, noch auch behaupten können, daß sie andern Gesetzen folgen. Der Anschein aber und die gewöhnliche Meinung spricht für einen grundsätzlichen Unterschied. Und dasselbe Gefühl, welches uns antreibt, aus der Mechanik der leblosen Welt jede Andeutung einer Absicht, einer Empfindung, der Lust und des Schmerzes als fremdartig auszuscheiden, dasselbe Gefühl läßt uns Bedenken tragen, unser Bild der belebten Welt dieser reicheren und bunteren Vorstellungen zu berauben. Unser Grundgesetz *), vielleicht ausreichend, die Bewegung der toten Materie darzustellen, erscheint wenigstens der flüchtigen Schätzung zu einfach und zu beschränkt, um die Mannigfaltigkeit selbst des niedrigsten Lebensvorganges wiederzugeben. H. Hertz.

50.

Wir können die Zweckmäßigkeit der organischen Natur in ihrem Zustandekommen nicht erklären. Begnügen wir uns, sie zu erkennen und zu beschreiben.

G. Haberlandt.

51.

Als man die teleologische Erklärungsart verbannte, nahm man der Natur den Verstand; man hatte den Mut nicht, ihr Vernunft zuzuschreiben, und sie blieb zuletzt geistlos liegen. Was man von ihr verlangte, waren technische, mechanische Dienste, und man fand sie zuletzt auch nur in diesem Sinne faßlich und begreiflich.

J. W. v. Goethe.

---

*) Es ist das Prinzip der Trägheit gemeint.

52.

Es ist eine unbestreitbare Wahrheit, daß das, was wir die materielle Welt nennen, uns nur unter den Formen der idealen Welt bekannt ist, und, wie Descartes sagt, unsere Kenntnis von der Seele ist unmittelbarer und gewisser als unsere Kenntnis vom Körper. Wenn ich sage, Undurchdringlichkeit ist eine Eigenschaft der Materie, so ist alles, was ich hier wirklich meinen kann, dies, daß die Vorstellung, die ich Ausdehnung nenne, und die Vorstellung, die ich Widerstand nenne, beständig zusammen auftreten. Warum und wie sie in diesem Verhältnis stehen, ist ein Geheimnis. Und wenn ich sage, das Denken ist eine Eigenschaft der Materie, so ist alles, was ich hier meinen kann, dies, daß aktuell oder potentiell die Vorstellung der Ausdehnung und die des Widerstandes alle andern Arten von Vorstellungen beständig begleiten. Aber wie in dem ersten Falle ist der Grund dieser Verbindung ein unlösliches Geheimnis. Th. Huxley.

53.

Nie wird es der Chemie gelingen, eine Zelle, eine Muskelfaser, einen Nerv, mit einem Worte einen der wirklich organischen, mit vitalen Eigenschaften begabten Teile des Organismus oder gar diesen selbst in ihrem Laboratorium darzustellen. Die unorganischen Stoffe schaffen immerdar nur Unorganisches. Durch eine in dem lebendigen Leibe wirkende höhere Kraft, deren Diener die unorganischen Kräfte sind, entsteht der organische, eigentümlich geformte, vom Kristall verschiedene und mit vitalen Eigenschaften begabte Stoff. J. v. Liebig.

54.

Der Nachweis einer zwischen den Denkgesetzen und der objektiven Welt bestehenden vollkommenen Harmonie ist die

interessanteste, aber auch die umfassendste Aufgabe, die sich finden läßt. R. Mayer.

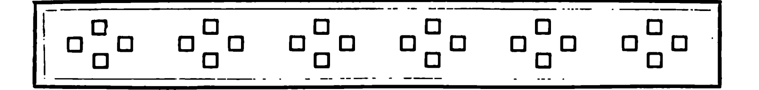
55.

Wollen wir ein abgerundetes, in sich geschlossenes, gesetzmäßiges Weltbild erhalten, so müssen wir hinter den Dingen, die wir sehen, noch andere, unsichtbare Dinge vermuten, hinter den Schranken unserer Sinne noch heimliche Mitspieler suchen. H. Hertz.

56.

Schlechterdings kann keine menschliche Vernunft die Erzeugung auch nur eines Gräschens aus bloß mechanischen Ursachen zu verstehen hoffen. Denn wenn die teleologische Verknüpfung der Ursachen und Wirkungen zur Möglichkeit eines solchen Gegenstandes für die Urteilskraft ganz unentbehrlich ist, selbst um diese nur am Leitfaden der Erfahrung zu studieren; wenn für äußere Gegenstände, als Erscheinungen, ein sich auf Zwecke beziehender hinreichender Grund gar nicht angetroffen werden kann, sondern dieser, der auch in der Natur liegt, doch nur im übersinnlichen Substrat derselben gesucht werden muß, von welchem uns aber alle mögliche Einsicht abgeschnitten ist: so ist es uns schlechterdings unmöglich, aus der Natur selbst hergenommene Erklärungsgründe für Zweckverbindungen zu schöpfen, und es ist nach der Beschaffenheit des menschlichen Erkenntnisvermögens notwendig, den obersten Grund dazu in einem ursprünglichen Verstande als Weltursache zu suchen.

J. Kant.



Zweites Kapitel.

Der Stoff.

o o o

57.

Vom Deck des Dampfers schweift unser Blick in das Grenzenlose. Die Kreislinie des Horizonts, wo das Himmelsgewölbe die Wasserwüste schneidet, hemmt ihn nicht; über sie und die hochragenden Felsen der einsamen Insel gleitet er hinweg in Fernen, so unermeßlich, daß der Abstand unseres Auges von der sinkenden Sonne davon nur einen winzigen Bruchteil bildet. Die uns bald einhüllende Nacht stellt Verbindungslinien her zwischen den Nervenspitzen im Auge und Sonnen, deren Abstand noch niemand gemessen hat. Wir sehen sie leuchten und flimmern, und wenn wir aufmerksam sind, können wir wahrnehmen, wie sie langsam von Osten nach Westen sich fortbewegen. Rechtzeitig erinnern wir uns, daß dies nur scheinbar geschieht, daß in Wirklichkeit wir uns mit der Erdkugel bewegen. Das Rauschen der Wogen erinnert uns an die Stoßkraft der bewegten Luft sowie an das mannigfaltige Leben in den Tiefen des Meeres. Unser Schiff furcht die Wellen, weil brennende Kohle in ihm Wärme erzeugt, die vor ungezählten Millionen von Jahren in lebendigen Baumstämmen durch Sonnenstrahlen aufgespeichert wurde, wie noch heute

sich diese Strahlen im grünen Laube unserer Wälder zu gebundener Wärme verdichten. Über das alles sinnen wir nach, während die Lichteindrücke der Sterne und zahlreiche Erinnerungsbilder von Gesteinen und Pflanzen, von Tieren und Menschen über die Schaubühne unseres Bewußtseins hinwegschreiten. Das ist die Natur! Alles das, worüber wir nachdenken, und wir selbst obendrein sind ein Stück der Natur.

58.

Die Wissenschaft von der Natur sucht die durch die Pforten der Sinne in unser Bewußtsein tretenden Eindrücke festzuhalten, miteinander in Zusammenhang zu setzen und zu Bildern zu vereinigen. Jene Eindrücke nennen wir Vorstellungen. Wie Mosaiksteine treten sie zu den Bildern zusammen, die vor unserm geistigen Auge erstehen. Eins dieser Bilder zeigt die Zusammenfassung aller übrigen, das ist das Weltbild. Es ist noch sehr unfertig, unfertiger als die übrigen Bilder; gleich ihnen setzt es sich aus Mosaiksteinen zusammen, die durch breitere oder schmalere Fugen voneinander getrennt sind. Den Kitt, der diese Fugen ausfüllt, nennen wir Hypothesen, die einzelnen Mosaiksteine selbst Tatsachen. Das Bild ist dort am vollkommensten, wo die Tatsachen auf Kosten der Hypothesen am dichtesten aneinanderrücken.

59.

Die Natur zeigt uns körperliche Massen, die sich bewegen, d. h. in Raum und Zeit sich verändern. In der Natur ist alles Bewegung; es kreisen Planeten um Sonnen, ein Blutstrom läuft durch unsern Körper, es durchzuckt uns ein Schmerz, es durchwärmt uns ein Lustgefühl: das ist alles Bewegung. Hinter diesen Bewegungen erblickt der denkende Menschengeist Kräfte, die schieben und ziehen. Die Be-

wegungen sieht er, fühlt er, mißt er; die Kräfte denkt er hinzu.

60.

Die Massen sind wägbar, tastbar, teilbar; darum sprechen wir von Materie, von Stoff. · In den Kräften symbolisieren wir das, was am Stoffe wirkt. Die unzertrennliche Einheit von Stoff und Kraft bildet die Natur. Alles, was wirkt in der Natur, ist eine Kraft. Mit der Wirksamkeit legen wir der Kraft Wirklichkeit bei. — Können Gedankendinge wirklich sein? —

61.

Wir vermögen die Natur mit unsern Sinnen nur unvollkommen zu erkennen. Auch die Wahrnehmbarkeit der Materie ist eine begrenzte. Wir sehen die Stoffe, wir riechen, schmecken und tasten sie. Der Gesichtssinn ist für ihre Erforschung der wichtigste; wertvoll ist es daher, daß wir gerade diesen Sinn durch Fernrohr und Mikroskop zu schärfen wußten. Doch lassen sich keineswegs alle Stoffe mit ihrer Hilfe wahrnehmen. Vor mir stehen drei gläserne Ballons; der eine ist angefüllt mit Stickstoff, der andere mit Wasserstoff, der dritte mit Chlor. Den Stickstoff kann ich weder sehen, noch riechen, noch schmecken, noch tasten; das gleiche gilt vom Wasserstoff. Bringe ich Stickstoff und Wasserstoff zur Vereinigung, so entsteht ein neuer Stoff, das Ammoniak, der ebenfalls unsichtbar ist, aber einen stechenden Geschmack und Geruch besitzt. Das Chlor endlich ist sichtbar durch seine grüngelbe Farbe, es besitzt einen abscheulichen, erstickenden Geruch; vereinigen wir es mit dem Stickstoff zu Chlorstickstoff, so bedarf dieser nur einer leichten Erschütterung, um mit furchtbarem Krachen das Haus und alles, was darin enthalten ist, zu zerschmettern. Der Ge-

ruch des Ammoniaks, die Explosivkraft des Chlorstickstoffs sind auf Eigenschaften des Stickstoffs zurückzuführen, denn Wasserstoff und Chlor zeigen sie in andern Verbindungen nicht. Dennoch ist im Ammoniak und im Chlorstickstoff etwas ganz Neues entstanden, das ihren Elementen fremd war. Jene Eigenschaften des Stickstoffs waren unsern Sinnen verborgen; nur indirekt konnten sie als Kräfte, die am Stickstoff haften, aus seinen Verbindungen erschlossen werden. Abhängigkeiten vom Stickstoff und Beziehungen zu diesem treten in den Eigenschaften des Ammoniaks und des Chlorstickstoffs hervor. Diese Beziehungen gestalten sich ganz anders in andern Verbindungen des Stickstoffs, z. B. im Eiweiß, das unsere Nahrung im Brot und im Fleisch bildet. Nicht bloß unsere Sinne haben wir daher anzuspannen zu unmittelbarer Wahrnehmung der Stoffe und ihrer Eigenschaften, sondern auch nach Abhängigkeiten und Beziehungen zwischen diesen hat unser Verstand zu suchen. Wir finden die Beziehungen zwischen den Stoffen und ihren Eigenschaften nur durch Vergleichung; darum ist Vergleichung neben den Sinneseindrücken das wichtigste Mittel der Naturforschung.

62.

Luftarten, Gewässer, Steine, Pflanzen, Tiere — das alles sind materielle Gebilde der Natur oder, wie man ihrer Zusammengesetztheit wegen sagt, materielle Systeme. Am Blatt einer Pflanze unterscheidet das Auge noch allerlei Teile; nehmen wir das Mikroskop zu Hilfe, so können wir die Unterscheidung von Teilen erheblich weiter treiben, doch erreicht sie schließlich ihr Ende. Viel weiter geht die Kunst des Chemikers, der durch Vergleichung der Eigenschaften und der Beziehungen der Stoffe untereinander sich

zu Schlüssen über die Zusammensetzung der Materie genötigt sieht, die an Sicherheit nur wenig hinter dem zurückstehen, was unsere Sinne uns unmittelbar zeigen. Die Beobachtung durch Denken, die wir Urteilen und Schließen nennen, tritt daher in der Naturforschung als gleichberechtigter Faktor neben die Beobachtung durch unsere Sinne.

63.

Ohne Auge und Sehen wäre jede Naturforschung höchst unvollkommen; brauchbar indessen wird das Gesehene erst durch Vergleichung und Urteil. Die Eigenschaften des Kochsalzes oder Chlornatriums sind allgemein bekannt. Es kristallisiert in Würfeln, die in Wasser löslich sind, auf der Zunge erzeugt es einen salzigen Geschmack; die chemische Analyse trennt es in seine Elemente Chlor und Natrium, die Synthese setzt es aus diesen Elementen wieder zusammen. Zerschlägt man, pulverisiert man einen Würfel von Kochsalz, so ist jeder Splitter, jedes Körnchen wieder ein Würfel oder ein Konglomerat von Würfeln. Wie weit läßt sich diese Teilbarkeit treiben? fragt der Chemiker. Nur in Gedanken kann man eine solche Grenze der mechanischen Zerkleinerung erreichen, und diesen idealen Grenzwert nennt man ein Molekül: wir verstehen darunter die kleinste mögliche Menge von Kochsalz. Ein Molekül entzieht sich der Wahrnehmung; auch die besten Mikroskope reichen nicht entfernt heran, um es zu sehen. Indessen ist seine Unsichtbarkeit kaum größer als die eines Liters Wasserstoff oder Stickstoff.

64.

Die Kühnheit des Chemikers schreckt nicht davor zurück, das unsichtbare Molekül des Kochsalzes in Gedanken

weiter zu spalten. Auch das Molekül ist immer noch ein zusammengesetzter Stoff, ein materielles System, denn es besteht aus Chlor und aus Natrium. Reißen wir diese auseinander, was der Geschicklichkeit des Chemikers fast mühelos gelingt, so hat das Kochsalz aufgehört, Kochsalz zu sein; es ist in seine unsichtbaren Bausteine aus Chlor und aus Natrium zerlegt worden. Das Natrium ist ein Element, ein einfacher Stoff, ein leichtes, silberglänzendes Metall. Denken wir uns ein solches Metallstück weit über die Schranken der Sichtbarkeit hinaus geteilt, so gelangen wir wiederum an einen idealen Grenzwert, über den hinaus wir auch in Gedanken nicht weiter teilen können, weil wir uns vorstellen müssen, das Natrium würde dann aufhören, Natrium zu sein. Diesen kleinsten möglichen Teil eines Elements oder Grundstoffs nennt der Chemiker ein Atom, und sein Urteil geht dahin, daß alle Elemente, wie Gold, Eisen, Quecksilber, Chlor, Stickstoff, Sauerstoff, Wasserstoff usw. aus solchen kleinsten Teilen oder Atomen zusammengesetzt sind. Ein Molekül der Verbindung Kochsalz besteht dann aus einem Atom Chlor und einem Atom Natrium; die Moleküle anderer Verbindungen können aus mehr als zwei Atomen zusammengesetzt sein. So besteht das Molekül des Wassers aus einem Atom Sauerstoff und zwei Atomen Wasserstoff, das Molekül des Ammoniaks aus einem Atom Stickstoff und drei Atomen Wasserstoff, ein Molekül Grubengas aus einem Atom Kohlenstoff und vier Atomen Wasserstoff. Die Tatsachen zwingen den Chemiker zu dem Schlusse, daß auch in den Grundstoffen oder Elementen die Atome zu Molekülen miteinander vereinigt sind; so besteht der Sauerstoff der Luft aus Molekülen zu je zwei Atomen. Nur der Dampf des Quecksilbers wird aus freien Atomen dieses Metalls gebildet.

65.

Moleküle und Atome sind Gedankenkonstruktionen. Sie sind nicht sichtbar zu machen, sondern durch unsere Urteilskraft aus sichtbaren Tatsachen erschlossen, also unsichtbare Bausteine sichtbarer Körper. Sind sie darum nicht wirklich? Wohl spricht der vorsichtige Naturforscher von einer Atomhypothese, der Chemiker gewöhnlich von einer Atomtheorie; doch in erstaunlicher Weise fügen sich alle Erfahrungen der Chemiker jener Theorie; keine steht zu ihr in Widerspruch. Kann ernstlich an der Wirklichkeit von etwas gezweifelt werden, für das Hunderttausende von Tatsachen ebenso viele Indizienbeweise bilden? Kann deren Zahl nicht den fehlenden direkten, apodiktischen, auf Sinneswahrnehmung sich stützenden Beweis ersetzen?

66.

Nur unser geistiges Auge schaut die Atome, wie einst Leverrier den Planeten Neptun schaute; mit dem Unterschiede, daß keine Hoffnung besteht, sie einmal wirklich in den Blickpunkt unseres körperlichen Auges rücken zu können. Die theoretische Chemie hat aber aus ihrem ungeheuren Tatsachenmaterial noch weitere wichtige Schlüsse von großer Tragweite gezogen, die wiederum zu jeder Erfahrung stimmen. Danach sind in den Molekülen der Verbindungen die Atome nicht beliebig gelagert, sondern in fester Ordnung miteinander verkettet. Wechseln innerhalb eines Moleküls gewisse Atome den Platz, so ändern sich damit die sichtbaren Eigenschaften der Verbindung. Die Erschließung dieser sogenannten stereochemischen Struktur gehört zu den Triumphen der Wissenschaft. Nicht weniger bedeutsam sind die Atomgewichte. Man hat gefunden, daß die Grundstoffe in den Verbindungen nach bestimmten, doch verschiedenen Gewichts-

verhältnissen vereinigt sind, und daß dies Gewichtsverhältnis für jeden einzelnen Grundstoff konstant ist, d. h. unter allen Umständen unveränderlich bleibt. Daraus folgert man, daß die Atome der verschiedenen Grundstoffe ungleich schwer sind, und man bezieht sie auf das Gewicht des leichtesten unter ihnen, des Wasserstoffs, als Einheit. Ist danach das Atomgewicht des Wasserstoffs gleich eins, so betragen beispielsweise die Atomgewichte des Sauerstoffs 16, des Stickstoffs 14,044, des Chlors 35,457, des Silbers 107,93. Es ist also das Atomgewicht des Silbers ungefähr, doch nicht genau 108 mal so groß wie das des Wasserstoffs. Die jenen ganzen Zahlen anhängenden Dezimalen sind darum von Wichtigkeit, weil sie zeigen, daß der Wasserstoff nicht restlos darin aufgeht, daß somit die Atome der Grundstoffe von höherem Atomgewicht nicht aus Wasserstoffatomen aufgebaut sein können. Man hat von jeher auf einen einheitlichen Urstoff gefahndet, aus dem auch die Atome noch zusammengesetzt wären, und man dachte einst daran, daß der Wasserstoff dieser Urstoff sein könnte. Diese Hypothese mußte man fallen lassen. Obgleich die Atomgewichte nur relative Gewichte sind, so war ihre Feststellung doch von größter Tragweite für die Wissenschaft. Übrigens hat man auch Atomgewichtsbestimmungen nach absolutem Maß, d. h. nach dem Grammgewicht versucht; hierbei ist man dazu gelangt, das Gewicht des Wasserstoffatoms auf rund ein Quadrilliontel Gramm zu veranschlagen.

67.

Gewiß ist die Atomtheorie ein Erzeugnis wissenschaftlicher Phantasie und ein Gegenstand des Glaubens. Aber gegen sie spricht doch nur, daß wir die Atome nicht sehen können, und dies beweist nichts zu ihren Ungunsten; denn

warum soll etwas Wirkliches von unserer Sinnlichkeit abhängig sein? Die menschlichen Sinne zum Maßstabe des Wirklichen zu machen, wäre eine allzu anthropomorphe Forderung. Lassen wir aber die Atomhypothese fallen, so kann an ihre Stelle nur die Kontinuitätshypothese treten, d. h. die Hypothese, daß der Stoff, die Materie nicht aus gesonderten Teilchen besteht, sondern aus einer gleichförmigen Substanz, so wie Wasser, Quecksilber, Bergkristall unserm Auge gleichförmig erscheinen. Auch dies wäre eine keines direkten Beweises fähige Hypothese, die den Nachteil hat, daß sie mit den Tausenden von chemischen Tatsachen weniger gut harmoniert als die Atomhypothese, und unserer geistigen Anschauung größere Schwierigkeit bereitet.

68.

Die Spekulationen der Wissenschaft sind, wie schon angedeutet wurde, bei den Atomen nicht stehen geblieben. Immer wieder haben die Chemiker sich gefragt, ob die Atome der Grundstoffe nicht weiter zerlegbar seien, wofür ihre Atomgewichte zu sprechen scheinen. Gewiß würde bei Zerlegung eines Atoms Stickstoff oder Chlor usw. der Stickstoff und das Chlor als solche aufhören zu existieren; aber man würde dann vielleicht dahin gelangen, die Grundstoffe auf einen einheitlichen Urstoff zurückzuführen. Dieser Gedanke hat sich in der Tat in unsern Tagen zu einer neuen Hypothese verdichtet, die es für denkbar hält, daß die Atome der Grundstoffe aus den viel kleineren Teilchen eines solchen Urstoffes zusammengesetzt sind, wie die Moleküle der Verbindungen sich aus Atomen der Grundstoffe zusammensetzen. Diese Uratome sollen identisch sein mit den kleinsten Teilchen der elektrischen Substanz, den sogenannten Elektronen. Die Elektronen spielen heute in der theoretischen

Physik und Chemie eine große Rolle. Eine kühne Phantasie erblickt in ihnen einerseits die Erreger der elektrischen und der Lichtwellen, andererseits die Träger oder vielmehr Erzeuger der wichtigsten chemischen Erscheinungen, die Bausteine der Atome. Die Elektronen werden so klein gedacht, daß ihrer eine ungeheure Anzahl auf ein Wasserstoffatom geht. Man schätzt das Gewicht eines Elektrons auf ein Fünfzehnhundertstel bis Zweitausendstel des Wasserstoffatoms. Die Dezimalbrüche im Atomgewicht verschiedener Grundstoffe sind durch die Elektronenhypothese erklärbar; sind Elektronen Teilchen der Atome, so könnten sie einander gleich sein; wir hätten also gleichgroße Teilchen einer Urmaterie.

69.

Es ist besonders das Radium, ein seltenes, dem Baryum nahestehendes Element, für die Elektronentheorie bedeutsam geworden. Die Radiumverbindungen (radioaktive Materie) sind ausgezeichnet durch die Fähigkeit, eigentümliche Strahlen auszusenden, die den Kathodenstrahlen der Physiker ähnlich sind und nach ihrem Entdecker den Namen der Becquerel-Strahlen erhalten haben. Diese Strahlen scheinen wenigstens teilweise aus Elektronen zu bestehen, etwa wie ein Wasserstrahl aus Wasserteilchen besteht. Außer dem Radium besitzen auch Uran, Thorium und andere Elemente radioaktive Eigenschaften. Man stellt sich vor, daß diese Elektronenstrahlen aus den radioaktiven Substanzen hervorbrechen, indem deren Moleküle sich zersetzen und ihre Atome zerfallen: die Bruchstücke sind dann Elektronen, die mit großer Kraft davonfliegen. Das Radium ist ein Vulkan unter den Elementen; hat es alle verfügbaren Strahlen ausgespien, so bleibt ein neues Element, das Helium, wie ein ausgebrannter Krater zurück; das einzige bisher be-

kannte Beispiel für die chemische Verwandlung eines Elements in ein anderes.

70.

Beim Zusammentritt der Elektronen zu Atomen entsteht nach dieser Hypothese ebenso etwas ganz Neues, wie beim Zusammentritt der Atome zu Molekülen; das Atom, die unveränderliche, körperliche Einheit der Elemente, ist dann so gut ein materielles System, wie das Molekül. Die Umwandlung von Radium in Helium, also eines Elements in ein anderes, ist dann analog der Umwandlung einer chemischen Verbindung in eine andere. In den Atomgewichten gelangt dann die Anzahl und damit das Gewicht der Elektronen zum Ausdruck, die ein Atom zusammensetzen.

71.

Man hat die Strahlen des Radiums, wie bereits erwähnt, mit den Kathodenstrahlen identifiziert. Die Physiker haben gefunden, daß diese Strahlen Gewicht besitzen, daß ihr Druck ein feines Rad treiben kann, daß sie feste Körper bis zum Glühen erwärmen, daß sie durch dünne Metallplättchen hindurch gehen, während sie von dickeren absorbiert werden. Auch Luft absorbiert die Kathodenstrahlen. Ph. Lenard, dem wir die grundlegenden Untersuchungen über Kathodenstrahlen verdanken, und auf dessen Darlegung die nachstehenden Ausführungen sich stützen, hat auf die große Tragweite der Tatsache hingewiesen, daß die Absorption der Kathodenstrahlen unabhängig ist von der chemischen Beschaffenheit der absorbierenden Körper, daß sie dagegen proportional ist deren Gewicht. Er folgert daraus, daß die Atome der verschiedenen chemischen Elemente sich in ihren letzten Bestandteilen nur quantitativ voneinander unterscheiden, daß sie aber aus einem und demselben Ur-

stoff bestehen, den sie in verschiedener Menge enthalten, und dieser Urstoff ist der gleiche, der die Kathodenstrahlen bildet. Was sind nun die Kathodenstrahlen? Für ihr Verständnis ist entscheidend, daß sie sich am besten in einem völlig luftleeren Raume fortpflanzen, in dem sie keinerlei Absorption erfahren. Weil die Physiker einen solchen luftleeren Raum von einer unwägbaren Materie, dem Äther, erfüllt denken, so sind die Kathodenstrahlen als Vorgänge im Äther aufzufassen, und sie werden für ein fortgeschleudertes Fluidum erklärt. Ihre kleinsten Teilchen sind die Elektronen, die als Zentren elektrischer Zustände im Äther anzusehen sind. Diese Elektronen fliegen im luftleeren Raume geradlinig weiter. Sie durchfliegen eine dünne Aluminiumplatte ohne nennenswerten Verlust; in einem hinreichend dicken Metallstück bleiben sie stecken und bilden eine elektrische Ladung an seiner Oberfläche.

72.

Bekanntlich unterscheidet man in der Physik positive und negative Elektrizität. Im freien Zustande kennt man nur die negative Elektrizität, und zwar in der Form der Kathodenstrahlen: die positive Elektrizität ist frei bis jetzt nicht beobachtet worden, sondern nur als positiv geladener Zustand von wägbarer Materie, d. h. von Molekülen und Atomen, und man nennt ein Molekül positiv geladen, wenn es die im „unelektrischen" Zustande vorhandene negative Elektrizität verloren hat; die Elektronen sind daher freie negative Elektrizität. Sie treten aus der Oberfläche der metallischen Kathodenplatte des elektrischen Apparates heraus und bilden dann die Kathodenstrahlen, deren Geschwindigkeit von der Größe der elektrischen Spannung abhängt; so besitzen sie ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit bei einer

Spannung von 30000 Volt. Wir können uns vorstellen, daß die Geschwindigkeit der Elektronen bald der Geschwindigkeit der Kugel eines glattläufigen Terzerols, bald der einer gezogenen Militärbüchse entspricht, je nach der Größe der treibenden Kraft; die langsamen Strahlen werden viel stärker absorbiert als die schnellen, d. h. sie bleiben viel leichter im absorbierenden Stoffe stecken. Bei ihrer Entstehung fliegen die Elektronen aus den Atomen der Metallplatte heraus, indem diese durch Ätherwellen in Erschütterung versetzt werden. Eine polierte Metallfläche kann hierbei rauh werden und zerstäuben. Die Radiumstrahlen sind wenigstens zum Teil Kathodenstrahlen von nahezu voller Lichtgeschwindigkeit; bei ihrer Aussendung gehen die Radiumatome als solche zugrunde, und Heliumatome bleiben übrig.

73.

Während die Atome füreinander undurchdringlich sind, vermögen Elektronen (Kathodenstrahlen) durch sie hindurchzufahren. Die Atome müssen also aus feinen Bestandteilen mit Zwischenräumen aufgebaut sein, und da die Absorption der Kathodenstrahlen proportional ist dem Gewicht der absorbierenden Stoffe, so scheint die Folgerung unabweislich zu sein, daß jene feinsten Bestandteile der Atome bei allen Elementen die gleichen sind. Zugleich ergibt sich, daß im Innern der Atome ungeheure Mengen elektrischer Kraft aufgespeichert sein müssen. Diese Kraft ist für gewöhnlich neutralisiert, weil immer gleiche Mengen positiver und negativer Elektrizität miteinander verbunden sind. Die Materie besteht danach aus gleichviel positiver und negativer Elektrizität. Innerhalb jedes Atoms ist ein negatives Elektron durch eine gleiche Menge positiver Elektrizität

gesättigt; diese aus positiver und negativer Elektrizität gebildeten Grundbestandteile eines Atoms nennt Lenard Dynamiden.

74.

Die elektrische Theorie der Materie geht aber noch weiter. Es werden auch Verbindungen zwischen Elektronen und den Atomen angenommen, die man Jonen nennt. Wenn man z. B. Kochsalz in Wasser löst, so hat man in der Lösung nicht Kochsalzmoleküle, sondern diese sind zerlegt in je ein Atom Chlor und ein Atom Natrium; dabei hat sich das Natriumatom mit positiven Elektronen vereinigt oder „geladen", das Chloratom mit negativen Elektronen, und diese mit Elektronen geladenen Atome heißen Natriumione und Chlorione. Auch mit Atomen von Gasen können sich die Elektronen zu Jonen vereinigen.

75.

Die Elektrizität und das Licht pflanzen sich in Ätherwellen fort, die durch Einwirkung schwingender Elektronen auf den dadurch in Spannung versetzten Äther hervorgerufen werden sollen. Das Licht besteht aus kürzeren, die Elektrizität aus sehr langen Ätherwellen. Die Röntgenstrahlen gelten für eigentümliche, stoßartige Wellen, die durch Kathodenstrahlen im Äther erzeugt werden. Die Elektronen selbst gelten nach der Theorie als Verdichtungspunkte im Äther, der danach als einheitlicher Urstoff des Weltalls anzusehen wäre. Die Atome und mit ihnen die Planeten wie die Sonnen sind dann Verdichtungen des Äthers.

76.

Was ist aber der Äther? Längst wollten die Physiker ihn gerne aus der Wissenschaft verbannen, doch er läßt

sich nicht austreiben; nach jedem Versuch dazu kehrt er zurück, und heute erscheint diese Hypothese unentbehrlicher als je. Die Äthertheorie wurde von Descartes begründet, durch Huyghens erweitert, durch Hertz, den Entdecker der elektrischen Wellen, fortentwickelt. Wie diese, besteht das Licht in Wellen, man fragt daher: in Wellen wessen? Und die Antwort lautet: des Äthers. Den Elektronen wird die Rolle der Wellenerreger zugeschrieben. Der Äther muß ein Stoff, ein Teil der Materie sein, aber Materie, die den ganzen Weltraum erfüllt, durch alle gasförmigen, flüssigen und festen Körper hindurchgeht, als wäre er selbst ein äußerst verdünntes Gas. Er vereinigt hiermit die Eigenschaften fester Körper; denn Licht und Elektrizität pflanzen sich durch Transversalschwingungen fort, und die sind nur in festen Körpern möglich. Damit verliert der Äther nahezu jede Anschaulichkeit, fehlt es doch an vergleichbaren Dingen. Der Äther ist eben etwas ganz Besonderes. Wollte man dem Raume selbst Masse beilegen, man würde den Äther haben. Ob auch der Äther aus feinen Teilchen, aus Ätheratomen besteht, wer vermöchte es zu sagen? Es lassen sich dichtere und weniger dichte Stellen in ihm unterscheiden; das ließe auf Näherung und Entfernung der Teilchen schließen. Andrerseits muß der Äther die Zwischenräume zwischen den Atomen und den Elektronen ausfüllen und deren Wirkung aufeinander übertragen. Im Gegensatze dazu wird die Annahme des Äthers ebenso wie die der Atome von einigen für überflüssig erklärt. Allein sie bemühen sich vergeblich, etwas Einleuchtenderes an die Stelle jener Hypothesen zu setzen, und wenn sie es versuchen, so ist es der Ersatz einer Hypothese durch eine andere. Die Naturwissenschaft kommt im Verfolg ihrer Einzelprobleme immer wieder auf die Atome und den Äther zurück.

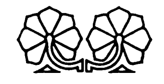
77.

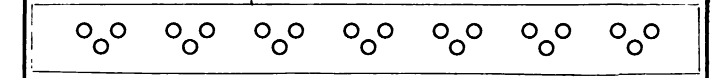
Mit diesen der Phantasie unter Berücksichtigung aller einschlägigen Tatsachen entsprungenen Vorstellungen über das Wesen der Materie tun wir einen Schritt aus dem Gebiete des Sichtbaren in das Unsichtbare, des Sinnlich-Wahrnehmbaren ins Transzendente, d. h. in ein Gebiet, über das niemals unmittelbare Erfahrung zu gewinnen ist, das über jede Erfahrung hinaus liegt, das nur den Schlüssen unseres urteilenden Verstandes sich zugänglich erweist. So greift in den Naturwissenschaften Beobachten und Schließen ineinander. Die Materie können wir sehen und tasten, doch ihre Bausteine bleiben unsichtbar. Alle unmittelbar wahrnehmbaren Naturerscheinungen sind aber von der Art, als ob Moleküle, Atome, Elektronen, Jonen, Äther da wären — daran müssen wir uns genügen lassen. Man hat die Atome Rechenpfennige der Wissenschaft genannt. Wollen wir sie aber nicht als Tatsachen, sondern nur als Jdeen gelten lassen, so bilden sie in der chemischen Wissenschaft ein System von Symbolen, von Vorstellungsrepräsentanten einer Wirklichkeit, die wir nicht unmittelbar, sondern nur im Spiegel unseres Verstandes erkennen können.

78.

Als gesicherter Besitz der Wissenschaft, als Wissen nicht des Einzelnen, sondern der Menschheit kann nur das gelten, über das jede Meinungsverschiedenheit unter den Sachverständigen ausgeschlossen ist. Wenn eine sicher eingeheimste Ernte von Tatsachen geringer ist, als viele meinen, so dürfen wir uns damit trösten, daß die Naturwissenschaft noch jung ist im Vergleich zur Geschichte der Menschheit. Zudem besteht die Wissenschaft nicht bloß aus einem System festgestellter Tatsachen, sondern auch aus Problemen. Die

Zergliederung dessen, was uns umgibt, in Probleme, an deren Lösung wir uns heranwagen dürfen, ist eine der wichtigsten, ja die nächstliegende Aufgabe der Wissenschaft, und die Entdeckung neuer Tatsachen gelingt um so eher, je klarer die Probleme erkannt sind. Jedes Problem bedeutet ein Arbeitsprogramm; denn in der Gegenwart ist die Wissenschaft weit weniger Besitz als Arbeit. Die Toleranz der Wissenschaft geht so weit, daß sie auch mit Hypothesen vorlieb nimmt, sofern diese zur Abrundung unserer Anschauung von der Natur dienen und mit den Tatsachen in keinem Widerspruch stehen. Für die Stellung und die Bedeutsamkeit von Hypothesen in der Wissenschaft ward in den Erörterungen über das Wesen des Stoffes genügendes Zeugnis abgelegt. Dem Boden der Tatsachen entsprießende Hypothesen können sich zu Ideen gestalten, die wie ein lebendiger Hauch die Tatsachen verbinden und mit ihnen dauerndes Gut der Wissenschaft bleiben. Erst solch geistiges Band schafft überhaupt Wissenschaft aus Tatsachen.





Drittes Kapitel.

Kraft und Energie.

79.

Wenn wir einen Körper, z. B. ein Stück Eisen, sehen und tasten können, so ist jene Sichtbarkeit oder Tastbarkeit ein Summationsphänomen; d. h. wenn die Atome nur zahlreich genug beieinander liegen, werden sie sichtbar und tastbar. Sehen wir von dieser Bedingung des Beisammenseins zahlreicher Atome ab, so können wir in der Theorie das Atom für sichtbar erklären. Es ist die Methode der Abstraktion, die solch theoretisches Verfahren rechtfertigt. Sofort aber erhebt sich nunmehr die neue Frage: Worin besteht die Wahrnehmbarkeit der Atome? Sie kann nur darin bestehen, daß die Atome auf die in den Tastkörperchen unserer Finger und in der Netzhaut des Auges liegenden Nervenspitzen einwirken. Alles, was wirkt, ist aber nach menschlichem Sprachgebrauch eine Kraft. Die Atome wirken also auf unsere Nervenspitzen durch Kräfte, die von ihnen ausgehen; diese Kräfte sind Beziehungen zwischen den Atomen und unsern Organen der Wahrnehmung. Ohne solche Kräfte, die wir zum Stoff hinzu zu denken gezwungen sind, würden wir den Stoff nicht wahrnehmen können.

80.

Ist dieser Gedankengang richtig, so nehmen wir in Wirklichkeit die Kräfte wahr, die von den Atomen ausgehen, die sich zwischen ihnen und unsern Nervenspitzen entwickeln, und erst indirekt schließen wir aus den Wirkungen dieser Kräfte auf das Dasein des Stoffes. Schon Leibniz lehrte, das innere Wesen der Körper bestehe nur in der Kraft, die sie ausüben, und ihre Gestalt sei die Erscheinung jener Kraft. Dieser Gesichtspunkt trat im Laufe der Zeit immer schärfer hervor, und man gelangte dahin, die Atome als Kraftzentren zu definieren. In diesem Sinne haben die Atome als die letzten dynamischen Einheiten der Materie zu gelten; wir brauchen dabei nicht an den Atombegriff der Chemie oder an die Elektronen zu denken, oder vielmehr, es fallen bei dieser Betrachtungsweise auch die Elektronen unter den Atombegriff; man könnte sie für die eigentlichen *physikalischen* Atome erklären. Der grobe, sinnlich wahrnehmbare Stoff wird dadurch in lauter Kraftzentren aufgelöst, die Materie gleichsam in Kraft verflüchtigt, Stoff und Kraft werden zu einer Einheit verbunden.

81.

Hier ist der Punkt, wo das Energieprinzip in der Naturbetrachtung einsetzt. Unter Energie verstehen wir *die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu leisten.* Diese Definition der Energie umschließt zwei Fragen. Die erste Frage lautet: die Fähigkeit *wessen?* Darauf antworte ich ohne Bedenken: die Fähigkeit einer Kraft. — Sodann fragt sich: Was verstehen wir unter Arbeit? Diese Frage läßt sich am besten an einem Beispiele beantworten. Wenn ich mit der Hand ein Kilogramm ein Meter hoch emporhebe, so habe ich damit eine Arbeit von bestimmter Größe

verrichtet. Diese Arbeit berechnet sich aus der Größe des gehobenen Gewichtes, multipliziert mit der Hubhöhe. Im angeführten Falle wurde gerade die Arbeitsgröße gewählt, die als Maßeinheit für geleistete Arbeit gebräuchlich ist, ein Kilogrammeter. Befestigen wir das Kilogramm in der gehobenen Höhe, so haben wir eine Arbeit von gleichem Betrage an dieser Stelle aufgespeichert. Durchschneiden wir den Faden, der das Gewichtstück hielt, so fällt es auf den Tisch und verrichtet im Aufschlagen wiederum eine Arbeit von genau der gleichen Größe eines Kilogrammeters. Die Arbeitsverrichtung äußert sich daher in Bewegung; die gespeicherte Arbeit besteht in dem Abstande zweier Körper, also in der eigenartigen Konfiguration eines materiellen Systems. Die Arbeitsgröße können wir in beiden Fällen als die Energie des Systems bezeichnen. Wir unterscheiden danach Bewegungsenergie und ruhende oder potentielle Energie. Auch die Muskeln der Hand haben bei Hebung des Gewichtes eine Arbeit geleistet, die auf inneren Vorgängen im Muskel beruht. Diese Muskelvorgänge sind aufzufassen als Energieumsatz von der Größe eines Kilogrammeters. Die Energie ist danach ein in der Natur wirksames Prinzip von unveränderlicher Größe. Sie stellt sich dar in der Form von Beziehungen, die wohl eine Umwandlung, doch keine Vernichtung erfahren können, und die immer aus andern Energiebeziehungen hervorgehen müssen. Aus nichts wird nichts. Was ist, kann nicht verschwinden.

82.

In alten Zeiten wurde Mehl aus Korn gewonnen, indem Menschenhände das Korn zwischen zwei Steinen zerrieben. Diese Zerkleinerung der Körner war eine mechanische Arbeit und als solche eine Verrichtung der Muskelkraft.

Heutzutage wird immer noch das Korn zwischen zwei Mühlsteinen zerrieben. Die Arbeit der Reibung wird aber nicht mehr durch Muskelkraft verrichtet, sondern durch Spannkraft des Dampfes, durch Stoßkraft des Windes oder durch die Schwerkraft des Wassers. Betrachten wir den letzten Fall etwas genauer. Gegen das Rad der Mühle drückt ein Strom von Wasser, der aus dem höher gelegenen Mühlteich durch seine Schwere auf das Niveau des unten abfließenden Mühlbaches hinabsinkt. Diese Fallhöhe des Wassers ist ein Maßstab für die geleistete Arbeit der Mühlsteine und läßt sich in Kilogrammetern bezeichnen. Verringert sich jenes Gefälle auf Null, so steht das Wasser still und mit ihm die Mühle; irgendeine Arbeitsleistung ist dann unmöglich. Ein Gefälle, wäre es auch noch so klein, ist Vorbedingung für die Verrichtung irgendeiner mechanischen Arbeit. Dies gilt nicht nur vom Mühlbach, sondern für jede arbeitleistende Kraft, d. h. für jede Energie. Wir können auch sagen: die Energie des Wassers in der Höhe des Mühlteichs ist größer, als die Energie des Wassers im abfließenden Bach; der Größenunterschied beider kommt zur Geltung in der geleisteten Arbeit der Mühle und in der Menge des gewonnenen Mehles. Diese Größe der Energie wird als Intensität bezeichnet; man spricht bei der Mühle von einer Intensität der Energie des zufließenden und des abfließenden Wasserstromes und sagt: ohne Intensitätsunterschied der Energie ist keine Arbeitsleistung möglich. Man kann dies auch so ausdrücken: Arbeit kann nur geleistet werden, wenn in einem materiellen System die Intensität oder Spannung der Energie sich um einen gewissen Betrag verringert, und die verschwundene Energiespannung kommt in der geleisteten Arbeit zum Vorschein. Wird Arbeit geleistet, so muß dafür ein gleicher Betrag von Energie an anderer Stelle verschwinden.

83.

Daß es verschiedene Arten von Energie gibt, wurde bereits angedeutet. Bei der Dampfmühle z. B. verwandelt sich die in der Steinkohle gespeicherte chemische Energie durch Verbrennung in Wärme, diese in Elastizität von Wasserdampf, diese in mechanische Bewegung des Kolbens der Maschine und schließlich des Mühlsteines. Chemismus, Wärme, Elastizität, mechanische Bewegung, ferner Schwere, Licht, Elektrizität, Magnetismus sind Arten von Energie. Es ist charakteristisch, daß sie sich ineinander umwandeln lassen, wobei ihre Größe die gleiche bleibt. Wenn eine Energieart sich in eine andere verwandelt, so bedeutet dies also nur eine Veränderung der Qualität. Wenn z. B. Wärme sich in mechanische Bewegung umsetzt, so hört die Wärme dabei auf, Wärme zu sein.

84.

Aus dem allen geht hervor, daß der Energiebegriff eine Abstraktion ist. Man zieht von den erwähnten Beispielen einzelner Energiearten alles Spezifische ab, es bleibt dann als allen gemeinsame Eigenschaft übrig die Fähigkeit, mechanische Arbeit zu leisten. Somit ist die Energie kein hinter den Erscheinungen spukendes Wesen, sondern eine Bezeichnung jener Eigenschaft; wollte man ersteres annehmen, so würde man aus der Naturwissenschaft in die Metaphysik hinübergleiten. Man kann auch sagen, die Energie sei ein Verhältnisbegriff; sie zeigt uns lediglich Abhängigkeiten und Beziehungen quantitativer Art zwischen den Vorgängen in der Natur. Die Energetik bleibt immer ein Bild mit allen Einseitigkeiten und Unvollkommenheiten eines Bildes behaftet, weil der menschliche Bildner von seinem Eigenen mehr oder weniger hinzutut. Selbst wenn wir ganz all-

gemein von einem Energiestrom, einem Energiegefälle sprechen, so ist das ein Bild; die Energie ist ein Schema, ein symbolischer Begriff für Tatsachen, wie Moleküle und Atome es sind. Wenn wir am Gegensatz von Stoff und Kraft, von Materie und Energie festhalten, so gewinnen wir damit eine Betrachtung des Naturgeschehens von zwei Seiten, deren eine uns die Energie zeigt, die ihrem Wesen nach Bewegung, Veränderung ist, während die andere Seite Beharrung ist, wie sie im Trägheitsgesetz formuliert wird. Die in der ruhenden (potentiellen) Energie gegebene gespeicherte Bewegung und Arbeit verbindet jene beiden Seiten des Naturlaufes miteinander.

85.

Eine der wichtigsten Fragen ist diese: ist alles Wirkende und Wirksame in der Natur in den Begriff der Energie einzureihen, oder gibt es neben den energetischen Kräften auch nichtenergetische? Fassen wir noch einmal die Merkmale der Energie ins Auge. Eine Energie ist fähig, mechanische Arbeit zu leisten; sie ist unzerstörbar; mit jeder Arbeit ist die Umwandlung einer Energieart in eine andere Energieart von gleichem Betrage verbunden. Es handelt sich also darum, ob alle Kräfte diesen Anforderungen entsprechen.

86.

Unter den zu prüfenden Kräften kommen zunächst die Auslösungen und die Reize in Betracht. Wenn wir versuchen, eine Eisenkugel von einem Kilogramm Gewicht mit der Hand 50 m weit fortzuschleudern, so erfordert das eine gewaltige Anstrengung der Armmuskeln. Die Granate eines schweren Geschützes vermag unser Arm nicht einmal zu heben; aus der geladenen Kanone wird durch einen leisen

Zug an der Zündschnur die Granate meilenweit fortgeschleudert. In diesem Falle kann nicht die Rede davon sein, daß der Finger die mechanische Arbeit des Fluges der Granate geleistet habe. Seine Leistung war eine auslösende. Die Auslösung besteht darin, daß der Zug an der Zündschnur die Pulverladung zur Explosion bringt; die Arbeit der Granatenbewegung wurde verrichtet durch die in der Pulverladung gespeicherte chemische Energie. Zu ihrer Überführung in Bewegungsenergie durch die Explosion genügte die leichte Muskelbewegung der Hand; es ward so viel Muskelkraft verbraucht, wie die Entzündung des Pulvers erforderte. Ohne Arbeitsleistung ging es also bei dieser Auslösung nicht ab, und das gleiche gilt von allen sonstigen Auslösungen. Es handelt sich in ihnen um die Wirksamkeit von Energie. Da auch die Reize in der Physiologie der Pflanzen und Tiere als Auslösungen anerkannt sind, so gilt von ihnen das gleiche wie von den Auslösungen im allgemeinen, sie sind energetischer Art, bestehen in mechanischer Arbeit.

87.

Anders steht es nach meiner Auffassung mit Kräften, die innerhalb materieller Systeme geeignet sind, die Richtung einer wirksamen Energie abzuändern. Vor mir steht ein kleines Instrument von der Gestalt einer Kopierpresse; es dient zum Aufknacken von Nüssen und erfordert hierfür einen gewissen Aufwand an mechanischer Arbeit, der der Muskulatur meiner Hand entnommen wird. Diese drückt in horizontaler Richtung gegen einen Hebel, der mittels einer Schraube diesen Druck in einen vertikal wirkenden verwandelt. Hierbei wird die Muskelenergie durch die Elastizitätsenergie des Stahls auf die zu zerbrechende Nußschale übertragen, das ist aber nur möglich

durch die Schraubenform der senkrechten Stange. Wohl wirkt auch die Schraube nur durch die Elastizität ihres Materials in dem Sinne, daß die aufgewendete Muskelenergie an der Nußschale Arbeit leistet. Dagegen wird die Richtungsänderung der Energie lediglich durch die Form der Schraube veranlaßt; denke ich diese Form hinweg, so würde die Richtungsänderung unmöglich sein. So übt die Form innerhalb des materiellen Systems, die das Instrument darstellt, eine Wirkung aus, die nicht Arbeitsleistung ist; sie wird damit zu einer nichtenergetischen Kraft, die in die Richtungsänderung der Energie eingreift. In allen komplizierteren Maschinen kommen solche Richtungsänderungen der Energie vor. Sie lehren, daß Richtung und Form etwas von der Energie Verschiedenes sind, und doch muß in der Maschine die Form der Teile mit der Betriebsenergie zusammenwirken, damit ein brauchbares Ergebnis zustande kommt. Solche von der Form einer Maschine herrührenden, die Richtung der Energie beeinflussenden Kräfte habe ich Systemkräfte (Systembedingungen) genannt. Diese Systemkräfte sind quantitativ nicht meßbar; sie sind ferner zerstörbar, denn mit Vernichtung der Form einer Maschine verschwinden sie. Die Systemkräfte sind in dieser Hinsicht als nichtenergetische Kräfte anzusehen; sie sind Kräfte, weil sie etwas wirken, die Bewegungen innerhalb eines materiellen Systems beeinflussen. Die aus der Form der Maschinen und ihrer Teile sich ergebenden Systemkräfte, durch welche die Energie, die man der Maschine für ihren Betrieb von außen her zugeführt hat, gelenkt und gerichtet, zerteilt und wieder vereinigt wird, sind nur insofern energetisch, als sie mit der Energie, die durch Elastizität und Festigkeit des Materials der Maschine repräsentiert wird, sich geltend machen; sie sind insofern nichtenergetisch,

als ihre Form in Betracht kommt, die einerseits zerstörbar ist, andrerseits an sich, d. h. nach Abzug ihrer materiellen Grundlage, mechanische Arbeit nicht zu leisten vermag. Das Prinzip der Form und das damit zusammenhängende Prinzip der Richtung sind aber vom Prinzip der Energie unabhängige Grundlagen des Naturgeschehens. Die Sätze: aus nichts wird nichts — was ist, kann nicht verschwinden — gelten lediglich für Stoff und Energie, keineswegs aber für Form und Richtung. Dennoch sind Form und Richtung so gut Züge des Weltbildes, wie Stoff und Energie.

88.

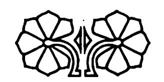
Wenn wir weitere Umschau halten im Gebiete der Natur nach andern nichtenergetischen Kräften, also nach Kräften, die nicht unmittelbar mechanische Arbeit zu leisten vermögen, so haben wir vor allem an die psychischen Kräfte zu denken, an den Instinkt der Tiere, an die Urteilskraft und die Willenskraft des Menschen. Wenn ich gehe, schreibe oder spreche, so vollziehe ich willkürlich Muskelkontraktionen, die eine mechanische Arbeit repräsentieren und folglich energetischer Art sind. Es ist nun die Frage, ob der Willensakt, der jene Muskelbewegungen veranlaßt, den oben erwähnten, rein energetischen Auslösungen beigezählt werden darf. Wäre dies der Fall, dann würde der Wille eine energetische Kraft, eine Energieart sein, die sich direkt oder indirekt in Muskelenergie verwandelt. Wir müßten dann aber auch den Nachweis fordern, daß der Willensakt, und ein gleiches gilt von jedem Gedanken, der einen Entschluß zur Folge hat, durch Umwandlung einer andern Energieart, z. B. von chemischer Energie oder von Elektrizität, in uns entsteht. Ein solcher Nachweis ist schlechterdings nicht zu erbringen. Im Gegenteil, selbst die

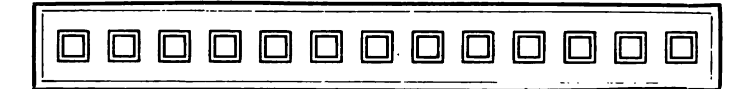
Möglichkeit ist unvorstellbar, daß materielle Energie, wie ich einmal alle auch in der leblosen Natur vorkommende Energiearten nennen will, in Denken oder in eine andere geistige Kraft sich umwandelt. Wer dies behauptet, tut den Naturerscheinungen Gewalt an. So wenig wir einerseits bezweifeln dürfen, daß die geistigen Kräfte einen Energieumsatz veranlassen können, so wenig läßt sich behaupten, daß die Geisteskräfte des Menschen und die psychischen Kräfte der Tiere selbst Energien sind. Wenn wir von ihrer Einwirkung auf das energetische System des Körpers nicht das geringste wissen, so kann solche Unwissenheit nicht maßgebend sein für Aufstellung von Hypothesen, die rein aus der Luft gegriffen sind. Ich halte es für vorsichtiger und daher für richtiger, die psychischen und geistigen Kräfte als eine besondere Art von Kräften den Energiearten gegenüberzustellen. Daß nichtenergetische Kräfte auf Energie einzuwirken vermögen, beweisen die Systemkräfte der Maschinen. Damit soll nicht gesagt sein, daß die psychischen Kräfte jenen Systemkräften zuzuzählen wären. Eine, wie mir scheint, entfernte Analogie zwischen Systemkräften und psychischen Kräften tritt nur insofern hervor, als auch die psychischen Kräfte an ein materielles Substrat im Gehirn gebunden sind und sie nur vermöge dieses materiell-energetischen Substrates Muskelbewegungen und durch diese die verschiedensten Energieumsätze veranlassen können. Unsere Unwissenheit auf allen diesen Gebieten ist sehr groß; im Grunde wissen wir vom Wesen der Materie und der Energie so wenig wie vom Wesen des Geistes.

89.

Als wahr im naturwissenschaftlichen Sinne darf uns nur dasjenige gelten, was wir mit unsern Sinnen wahr-

nehmen und durch unser Urteil als widerspruchsfrei bestätigen können. Man kann auch sagen: als Tatsache darf nur dasjenige gelten, worüber keine Meinungsverschiedenheit besteht. Alle durch Spekulation erschlossenen Begriffe, wie Moleküle, Atome, Elektronen, Äther, besitzen für uns lediglich einen höheren oder geringeren Grad von Wahrscheinlichkeit. Erst später wird näher darzulegen sein, daß es mit den Resultaten der Beobachtung und Erfahrung nicht viel anders aussieht; nur der Wahrscheinlichkeitsgrad des unmittelbar Wahrgenommenen ist unter allen Umständen größer, als der des Erschlossenen. Absolute Wahrheiten gibt es für die Naturwissenschaft überhaupt nicht; sie muß sich an relativen Wahrheiten genügen lassen und für diese nur einen möglichst hohen Grad von Wahrscheinlichkeit anzustreben suchen. Die absolute Wahrheit bleibt ein idealer, für den Naturforscher und den menschlichen Geist überhaupt unerreichbarer Grenzwert.





Viertes Kapitel.

Der Makrokosmos.

○ ○ ○

90.

Sehen wir von unserm eigenen Sonnensystem ab, so sind die Sterne im Himmelsraum leuchtende Punkte. Selbst die besten Fernrohre lassen an ihnen keinen Durchmesser erkennen; nur nach ihrer Leuchtkraft teilt man sie ein in Sterne verschiedener Ordnung, und man schließt daraus auf ihre verschiedene Größe. Daß alle Fixsterne Sonnen sind, wird nicht bezweifelt; doch ist die Entfernung zu groß, um auch mit dem Fernrohr Planeten unterscheiden zu können, die sie umkreisen. Es gibt ein Instrument, das uns besseren Aufschluß gewährt über die Beschaffenheit jener Sonnen als das Fernrohr: das Spektroskop. Dies ist jener wunderbare Apparat, der durch Verbindung einiger Glasprismen mit einem Fernrohr die chemische Analyse flammender Körper auf größte Entfernungen hin ermöglicht. Das Spektroskop belehrt uns darüber, daß nicht nur in unserer Sonne, sondern auch in den besser erkennbaren Fixsternen die gleichen Elemente vorhanden sind wie auf der Erde; ob aber alle irdischen Grundstoffe in der Sonne werden nachzuweisen sein, ob in den fernen Himmelskörpern noch Grundstoffe vorkommen, die auf unserm Planeten nicht gefunden wurden,

mag dahinstehen. Von größter Bedeutung ist aber die nachgewiesene stoffliche Identität der Himmelskörper, soweit unser mit dem Spektroskop bewaffnetes Auge reicht, und daß die chemischen Vorgänge im Weltall die gleichen sind, wird nicht bezweifelt. Eine Bestätigung, falls es deren noch bedürfte, für die Gleichheit der Grundstoffe liefern die Meteorsteine, die von Zeit zu Zeit aus dem Himmelsraum auf die Erde herabfallen; auch sie enthalten nur Elemente, die in der Erdrinde mehr oder weniger häufig vorkommen. Der Schluß auf eine wesentliche Übereinstimmung aller Materie des Weltalls erscheint danach gerechtfertigt.

91.

Wo enden die zahllosen im Weltraum schwimmenden Sonnen? Immer schwächer erkennbar werden die fernsten unserm Blick; schließlich erlischt die Sehkraft auch des bewaffneten Auges, und es wird unmöglich, noch weiter Sterne zu unterscheiden. Niemand wird einfältig genug sein, anzunehmen, daß mit der Begrenztheit des Blickes auch die Sternenwelt endige, daß die Sterne nicht wie Millionen und Milliarden von Sandkörnern durch weite Räume zerstreut sind, die menschliche Sehkraft nicht durchmißt. Wir haben jene Hypothesen nicht einleuchten wollen, wonach die sichtbaren Sterne einen Klumpen bilden, der eine Stelle in dem endlos sich dehnenden Raume einnimmt; wer bürgt dafür, daß auf sternlosen Raum nicht immer neue derartige Sternklumpen folgen, Millionen und Milliarden, bis in eine nicht auszudenkende Ferne! Für uns ist der Raum mit Sternen erfüllt; ob es wirklich einen sternlosen Raum gibt, wissen wir nicht. Mit dem stofferfüllten Raume aber endigt auch das menschliche Erkenntnisvermögen — endigt unsere Vorstellungskraft. Unbegrenzt können wir den Raum

nicht denken, und ebensowenig können wir uns den Raum begrenzt vorstellen; denn sogleich müßten wir fragen: Was kommt jenseits der Grenzen des Weltraumes? Der Begriff des Grenzenlosen führt uns bereits aus der Natur, aus der Welt des Erkennbaren in das Unerkennbare, Unvorstellbare, Transzendente hinüber.

92.

Die Sterne sind Kugeln glühender Materie, die aus chemischen Grundstoffen und deren Atomen besteht. Der Zwischenraum zwischen ihnen und uns ist nicht frei von Materie; er wird erfüllt gedacht von dem feinsten und leichtesten aller Stoffe, dem Äther; denn nur durch Ätherwellen kann das Licht der Sterne zu uns gelangen. Der Äther erfüllt jeden Raum; ein ätherloser Raum ist physikalisch nicht vorstellbar. Erst mit dem Raume würde der Äther enden können; er erstreckt sich daher mit diesem ins Grenzenlose. Ein Naturforscher, der den Raum als subjektive „Kategorie" unseres Geistes anerkennen wollte, müßte ein gleiches dem Äther gegenüber tun; dessen objektive Wirklichkeit ist aber aus der Fortpflanzung des Lichtes zu folgern.

93.

Der Sternenwelt, in der unsere Sonne wie ein Stäubchen schwebt, wird eine Entwicklung zugeschrieben, die zunächst für unser eigenes Sonnensystem in Betracht kommt. Kant und Laplace sind unabhängig voneinander auf spekulativem Wege zu einer übereinstimmenden Hypothese über diesen Entwicklungsgang gelangt, die bis auf diesen Tag durch keine bessere, d. h. befriedigendere Vorstellung ersetzt worden ist. Nach jener Hypothese nahm einst die Sonne ihren Anfang als ein ungeheurer Ballen gasförmigen Stoffes,

der sich gegen einen Mittelpunkt hin verdichtete und dadurch eine Wärme erzeugte, die seine Stoffteilchen erglühen ließ. Mit der Verdichtung begann eine Rotation der Kugel, und bei fortschreitender Verdichtung lösten einzelne Teile sich ab, die Anfänge der Planeten, um fortan die Zentralkugel zu umkreisen und sich dabei um eine eigene Achse zu drehen. Bei einzelnen Planeten konnte sich auf früher Entwicklungsstufe die Abstoßung von Teilen bei der Bildung der Trabanten wiederholen; so hat der Mond sich von der Erde abgesondert. Nach Abstoßung des letzten Planeten verdichtete sich die Zentralkugel zu der Sonne, wie wir sie kennen, und ihre Zusammenziehung dauert seitdem fort. Ebenso haben sich die Planeten immer weiter verdichtet, und wenn hierbei einerseits neue Wärme entstehen mußte, so verloren sie andrerseits auch große Mengen von Wärme durch Ausstrahlung in den Weltraum. Die Geschwindigkeit der Verdichtung war eine abnehmende, und daher wurde schließlich ein Zustand erreicht, in dem die Abgabe von Wärme größer war als die Erzeugung von Wärme. Von da an begann eine Abkühlung der Planeten, die sie aus Bällen glühender Gase in Kugeln von flüssigem, immer noch glühendem Aggregatzustande verwandelte, die von einer Gashülle umgeben waren, so daß sie der Zentralsonne glichen, wie sie uns heute erscheint. Die letzte Phase des Abkühlungsvorganges bestand in einer Erstarrung der äußeren Schicht zu einer festen, vermutlich lavaähnlichen Rinde, in deren Vertiefungen bei weiterem Sinken der Temperatur das aus der Gashülle niedergeschlagene Wasser sich ansammelte. Damit verloren die Planeten ihre eigene Leuchtkraft, und die Erde gewann ein Aussehen, wie es in seiner Gliederung in Festland, Ozeane und Atmosphäre unserer Anschauung geläufig ist. Nur diese letzte Phase der Ent-

wicklung kennen wir aus Erfahrung; die Vorstellung der vorausgegangenen Zustände ist ein Erzeugnis einer sich streng an die bekannten Naturgesetze haltenden Phantasie. Wir können uns denken, daß der Entwicklungsgang ein solcher war, wie er geschildert wurde, ja wir halten dies für wahrscheinlich. Mehr ist darüber nicht zu sagen, denn unser Blick reicht nicht in eine so ferne Vergangenheit zurück. Ein Indizienbeweis läßt sich für die Richtigkeit der Hypothese noch anführen. Wir kennen in der Gegenwart Wolkenbildungen von Materie, die im fernen Weltraume schweben, und die nach Ausweis des Spektroskops teils aus Dämpfen, teils aus glühender Flüssigkeit bestehen, sogenannte Nebelflecken. Diese Nebelflecken zeigen das tatsächliche Vorkommen von Zuständen an, wie sie nach der Kant-Laplaceschen Hypothese einst von unserm Sonnensystem durchlaufen wurden. Ein Analogieschluß führt zu der Vorstellung, daß jene Nebelflecken auf dem Wege sind, sich zu Sonnensystemen zu verdichten. Durch diese Theorie wird das Prinzip der Entwicklung zu einem universalen gemacht.

94.

Schon Kant hat darauf hingewiesen, daß die Entstehung anderer Sonnen bzw. Sonnensysteme der unsrigen analog zu denken sei und hat damit seine Hypothese aus dem Rahmen unseres Sonnensystems auf das Weltall übertragen. Man kann noch einen Schritt weiter gehen und sich vorstellen, daß einst der ganze Raum von gleichmäßig verteilter Materie erfüllt war. Soweit der chemisch definierbare Stoff in Betracht kommt, ist dieser als feinster kosmischer Staub zu denken, bestehend aus gesonderten Molekülen, vielleicht aus isolierten Atomen der Grundstoffe. Die Zwischenräume dieser Teilchen waren von Äther erfüllt.

Schließen wir uns der Hypothese an, daß die Grundstoffe aus Elektronen als Urstoff zusammengesetzt sind, so könnte auch jener früheste kosmische Nebel aus positiven und negativen Elektronen bestanden haben, die in wechselseitiger Bindung einander neutralisierten. Sind die Elektronen wirklich nur verdichtete Stellen im Äther, so wäre der Äther die Urmaterie, die von Anfang an den Raum erfüllte und mit diesem sich ins Endlose erstreckte. Der Ursprung der chemischen Materie aus dem Äther würde dann mit der Entstehung der Elektronen beginnen, die Elektronen würden sich zu Atomen vereinigt haben, diese zu Molekülen und die Moleküle zu sichtbaren Massenteilchen zusammengetreten sein. Natürlich sind das alles nur Hypothesen; doch man kann sich die Möglichkeit vorstellen, daß dies der Gang der Ereignisse im Weltprozesse gewesen sein mag. Hat vorher der Äther von Ewigkeit her ruhend den Raum erfüllt? Und woher stammt jene Kraft, die Teile desselben zu Elektronen verdichtete? Zur Beantwortung dieser Fragen hat noch keine Spekulation der Naturwissenschaft sich aufgeschwungen.

95.

Wenn wir an den Anfang des kosmischen Entwicklungsprozesses den von Äther erfüllten Raum setzen, wenn wir als zweite Stufe gleichförmig verteilte chemische Materie annehmen, so mußte eine dritte Phase in der Zusammenballung dieser Materie zu einzelnen Nebelwolken bestehen, deren jede einer oder mehreren Sonnen durch die bei fortschreitender Verdichtung gesteigerte Wärme den Ursprung gab. Der Grund solcher Individualisierung der Massen läßt sich nicht einsehen. Die Tatsache steht uns indes vor Augen, daß die chemische Materie gegenwärtig zu Sonnen zusammengeballt ist, deren Zwischenräume von Äther erfüllt

gedacht werden, und durch die dann und wann ein Komet seine Bahn zieht. Daß diese Sonnen keineswegs gleichzeitig entstanden sind, daß bei vielen von ihnen der Erkaltungsprozeß weiter vorgeschritten ist als bei unserer Sonne, ist nach manchen astronomischen Tatsachen wahrscheinlich.

96.

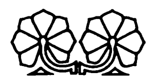
Bis vor kurzem war die Unveränderlichkeit des Gewichtes einer gegebenen Stoffmenge ein fundamentaler Lehrsatz der Chemie, und er wird diese Bedeutung auch ferner behalten, wenn wir von einer Ausnahme absehen. Nach allem, was die Erfahrung lehrt, kann man ein Kilogramm Gold, Schwefel, Sauerstoff wohl fein zerteilen, allein man kann kein Atom davon vernichten: was an Materie da ist, kann nicht verschwinden. Jene Ausnahme bildet das Radium und die übrigen radioaktiven Stoffe. Sie stoßen „strahlende Materie" aus, die im Raume davonfliegt. Diese Strahlen wurden mit Elektronen identifiziert; sie würden also den Vorgang einer Umwandlung von Atomen in Elektronen, ein Zerstieben von Stoff uns vor Augen stellen. Wir hätten darin ein Beispiel für die Möglichkeit, daß chemische Materie sich in Elektronen zurückverwandelt. Strahlen diese wie Licht und Wärme in den Weltraum hinaus, so würde sich um ihr Gewicht das Gewicht jener Stoffe vermindern. Wo aber bleiben schließlich die fortgeschleuderten Elektronen? Sie könnten wohl nur vom Äther aufgenommen und in ihn zurückverwandelt werden; denn wenn auch dieser den ganzen Raum erfüllt, wäre doch Platz für Zuwachs vorhanden, weil der Äther verschiedene Grade von Dichtigkeit anzunehmen vermag. Im Weltganzen würde danach die Menge der gesamten Materie unveränderlich bleiben; allein eine Verwandlung von

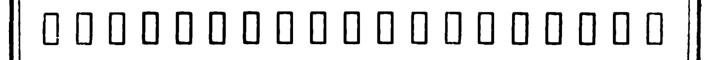
chemischem Stoff in Äther wäre denkbar, wie man sich vorstellen kann, daß der Stoff einst aus Äther entstanden sei. In den einzelnen materiellen Systemen, die von den Himmelskörpern dargestellt werden, würde die Stoffmenge aber durch Elektronenstrahlung abnehmen können, wie sie durch herabfallende Meteorsteine einen Zuwachs erhält.

97.

In jedem geschlossenen materiellen System ist nach einem weiteren Fundamentalsatze der Physik auch die Energie konstant. Ein derartiges System ist ein solches, das weder Energie nach außen abgibt, noch Energie von außen her aufnimmt. In solchem System kann wohl eine Energieart in eine andere, kann gespeicherte Energie in Bewegungsenergie und umgekehrt verwandelt werden; allein ein Verschwinden, eine Vernichtung von Energie findet nicht statt. Was ist, kann nicht verschwinden. Nun lehrt aber in Übereinstimmung mit der Erfahrung die Berechnung, daß fortwährend sich mehr andere Energie in Wärme verwandelt als umgekehrt. Unser Sonnensystem bildet insofern kein geschlossenes System, als es Wärme in den Weltraum ausstrahlt und aus diesem zugestrahlt erhält. Sobald die Ausstrahlung größer wird als die Zustrahlung, wird unser Sonnensystem Energie verlieren. Denken wir uns den Weltprozeß beliebig lange fortgesetzt, so würde schließlich in unserm Sonnensystem alle übrige Energie zu Wärme geworden sein können, und diese vermöchte in den Weltraum zu entweichen, wo sie, sofern sie nicht andern Himmelskörpern zufliegt, schließlich nur Ätherwellen erregen würde und in diesen Ätherwellen ihr Ende finden. Nicht nur aller Stoff, sondern auch alle Energie könnte sonach einmal wieder zu Äther werden, und lediglich von Äther

erfüllter Raum bliebe vom Weltganzen übrig. Das ist zwar vage Spekulation; doch wo sind der Spekulation Grenzen zu ziehen, wofern wir nur die von der Methode der Wissenschaft vorgeschriebenen Regeln nicht verletzen, wenn wir im Rahmen des uns möglich Dünkenden bleiben?





Fünftes Kapitel.

Unser Planet.

ooo

98.

Nachdem die Erde erkaltet war, trat sie in eine Phase der Entwicklung, die sich unserer Vorstellung zugänglicher zeigt, wenn wir annehmen, daß die Erstarrungskruste des feurig-flüssigen Erdballes sich analog verhielt zu den heute unter unsern Augen gebildeten Erstarrungskrusten frischer Lava, die dem Krater der Vulkane entströmt. An der Richtigkeit dieser Annahme zu zweifeln, liegt kein Grund vor. Wir müssen uns nur vorstellen, daß der Erhärtungsprozeß jener ersten festen Erdrinde wie auch der der nächstfolgenden Durchbrüche des feurig-flüssigen Erdinnern sich viel langsamer vollzog als bei einem Lavastrom der Gegenwart; denn die Abkühlung mußte eine langsamere sein. Auf diese Weise wird es verständlich, daß damals wie in späteren, sich mit ähnlicher Langsamkeit vollziehenden Umbildungsprozessen es zur Ausbildung solcher wundervollen großen Kristalle kam, wie sie unsere Mineralsammlungen zieren. Daß hierunter sich noch Erzeugnisse der ersten Erstarrungskruste der Erde befänden, soll keineswegs behauptet werden;

im Gegenteil, von jener Erstarrungskruste ragen schwerlich Reste in die Gegenwart hinein. Nur darauf sollte hingewiesen werden, daß in früheren Phasen der Erdentwicklung wegen der damals bestehenden andern Bedingungen die mineralbildenden Vorgänge, mochten sie ihre Kristalle aus geschmolzenem oder aus gelöstem Stoff aufbauen, weit langsamer verlaufen sein dürften, als wir das in der Gegenwart beobachten. Unter allen hierbei stattfindenden Erscheinungen ist die Kristallisation der Mineralien besonders bemerkenswert.

99

Die Eigenschaft der Mineralien, in besonderen Formen zu kristallisieren, hat etwas Zauberhaftes. Die Kristallformen sind bedingt von den chemischen Eigenschaften des Stoffes. Wo immer Kochsalz kristallisierte, sei es in der fernsten Vergangenheit, sei es gestern aus verdampfender Sole, bildet es Würfel. Der Bergkristall oder Quarz kristallisiert stets in sechsseitigen Säulen; der Diamant in regulären Dodekaëdern oder Oktaëdern. Solche Kristalle bilden sich aus nichtkristallinischen Zuständen der gleichen Stoffe; die Verdunstung einer Kochsalzlösung kann uns dies täglich vor Augen führen. Es steht felsenfest, daß, wo immer Chlor und Natrium sich zu Kochsalz verbinden, diese Verbindung aus ihren Lösungen sich in Würfeln ausscheidet. Die Würfelform in festem Zustande gehört zu den fundamentalen Eigenschaften des Kochsalzes; sie tritt aber erst hervor, sobald das Kochsalz aus dem flüssigen in den festen Aggregatzustand übergeht, um bei der Verflüssigung von neuem zu verschwinden, gerade wie die einem Stahlbolzen aufgeprägte Schraubenform von der Hand des Menschen aus dem Nichts geschaffen wurde und beim Einschmelzen

der Schraube wieder zu Nichts wird. Wir können nur sagen: In den gelösten Molekülen bzw. Jonen des Kochsalzes schlummert unsichtbar die Fähigkeit, unter bestimmten Bedingungen Würfel zu bilden; die gleiche Fähigkeit wohnt bereits insofern den Atomen des Chlors und des Natriums inne, als sie unter der Bedingung ihrer Vereinigung Würfel aufzubauen vermögen. Die Fähigkeit, Würfel zu bilden, ist somit eine unmittelbare Eigenschaft der Chlor-Natriummoleküle, eine mittelbare Eigenschaft der Grundstoffe Chlor und Natrium. Die Kristallisationskraft ist insofern den Systemkräften verwandt, als sie Formen aus dem Nichts schafft, die durch Auflösung oder Schmelzung wieder zu Nichts werden, und sie ist in dieser Beziehung eine nichtenergetische Kraft. Sie setzt sich aber nur durch mit dem energetischen Mittel der chemischen Anziehung, die die Teilchen des kristallisierenden Stoffes aufeinander ausüben. Auch darin stimmt sie mit den Systemkräften der Maschinen überein. Nicht der geringste Zweifel kann obwalten, daß die spezifischen Kristallisationskräfte der Elemente und der chemischen Verbindungen unveränderlich sind; sie mußten vor Millionen und Milliarden von Jahren die gleichen sein wie in der Gegenwart und in der fernsten Zukunft. Es ist für uns ein Axiom der Naturwissenschaft, daß Kochsalz immer in Würfeln kristallisierte und stets in Würfeln kristallisieren wird.

100.

Die Erdoberfläche hat seit den Zeiten, da sie fest wurde, sich in ununterbrochenen Umbildungen bewegt. Die Triebkraft dieser Umbildungen ist die Wärme, die teils in der Eigenwärme des Erdinnern sich geltend macht, teils in der Sonnenwärme von außen her dem Planeten zustrahlt. Die Wirkung der Eigenwärme ist eine abnehmende, weil

der Erdball durch Ausstrahlung sich fortwährend abkühlt; die Wirkung der Sonnenwärme kann als konstant angesehen werden, wenigstens für einen längeren Zeitraum als die Eigenwärme der Erde. Daß die innere Erdwärme in den frühesten Perioden nach Bildung der Erstarrungskruste an der ganzen Oberfläche durch Erzeugung von Hebungen und Senkungen tätig war, daß hohe Gebirgskämme und tiefe Becken nebeneinander entstanden, ist nicht zu bezweifeln. Heute haben wir nur noch geringfügige Reste jener Tätigkeit vor Augen in den Vulkanen und heißen Quellen sowie in der langsamen Hebung einzelner Länder. Das großartige Werk der Sonnenwärme dagegen besteht in Unterhaltung der Zirkulation des Wassers. Als die Erdkruste sich hinreichend abgekühlt hatte, füllten sich ihre Vertiefungen mit den Niederschlägen des in ungeheurer Menge vorhandenen Wasserdampfes; so bildeten sich Ozeane zwischen den Gebirgen. Auf jene Wasserflächen brannte die Sonne herab und verwandelte ihre obersten Schichten in Dampf, der emporstieg, um an den Berggipfeln Wolken zu bilden, die sich als Regengüsse niederschlugen, ein großartiges Schauspiel, das andauert bis auf den heutigen Tag, und das auch in absehbarer Zukunft sich nicht ändern wird. Das Regenwasser wirkte lösend und zerkleinernd auf das Gestein der Gebirge. In zahllosen Quellen und Flüssen rieselte es in den Ozean zurück und füllte dessen Tiefen mit Schlamm und Sand, den es von den Bergen herabtrug. So wurden die Gebirgskämme vom Wasser weggefressen, das die Sonnenwärme emporgehoben hatte, und war durch dies Material ein Meeresbecken zugeschüttet worden, so erstarrten der Schlamm und der Sand nach Abdunstung der letzten Reste von Wasser zu geschichteten Felsen, zu einer neuen Art von Gestein. Die innere Erdwärme und die durch fortgehende

Abkühlung veranlaßte Zusammenziehung der Erdoberfläche ließen ganze Gebirge versinken, während sie das im Meere entstandene Festland zu neuen Gebirgszügen aufrichteten. So wechselten Meer und Festland den Ort; wo Land war, flutete ein Ozean, und Gebirge hatten sich an Stelle eines Meeres erhoben. Die aus dem Wasser abgesetzten, an ihrer geschichteten Struktur kenntlichen Gebirge unterlagen der Verwitterung durch Regenwasser in gleicher Weise wie die ursprünglichen. Sie wurden überdies von Erdbeben zerrissen, und aus ihren Schluchten quollen geschmolzene Stoffe des Erdinnern, die sich abkühlten und feste Massen von kristallinischem Gefüge bildeten, die als Granit und andere plutonische Gesteine auf uns gekommen sind. Der Granit, Basalt usw. verwitterten nicht weniger als die älteren Gebirge, und immer von neuem wiederholte sich das alte Spiel der Auffüllung von Meeresbecken, des Einsinkens von Gebirgszügen und des Aufsteigens neuer Felsen bis zu gewaltiger Höhe. Hierbei lagerte sich eine Formation über die andere, und aus ihrer Reihenfolge läßt sich das relative Alter der verschiedenen Schichten bestimmen. Auch heute noch können wir an der deutschen Küste beobachten, wie Marschland aus Schlamm und Sandbänke aus Quarzkörnern dem Meere entsteigen; und wenn die Hand des Menschen nicht eingreift, können Meeresströmungen solches Neuland in die Tiefen des Ozeans zurückspülen.

101.

Als die Temperatur der Erdoberfläche dem heutigen Zustande ähnlich geworden war und jedenfalls beträchtlich tiefer lag als der Siedepunkt des Wassers, war die Möglichkeit gegeben für das Auftreten der ersten Organismen.

Vorher können sie nicht existiert haben; denn wir haben keinen Anlaß zu der Mutmaßung, daß die ersten Organismen von wesentlich anderer Beschaffenheit waren als die in der Gegenwart lebenden. Diese bestehen aus Protoplasma, und es wäre ungereimt anzunehmen, daß die ersten Organismen aus anderem Material aufgebaut gewesen wären. Das Protoplasma aber ist ein Gemenge von Eiweiß, Kohlenhydraten und anderen organischen Kohlenstoffverbindungen. Zur Vereinfachung der Betrachtung wollen wir indes nur das Eiweiß berücksichtigen. Die Bildung von Eiweiß ist als unerläßliche Vorbedingung der Entstehung von Protoplasma anzusehen. Das Eiweiß muß somit aus den anorganischen Bestandteilen der Erdrinde mit Einschluß des Wassers hervorgegangen sein. Es ist dies in rein chemischer Hinsicht ein so unvorstellbarer Prozeß, daß er unserem Wissen als etwas Unfaßbares gegenübertritt. Wohl sehen wir auch heute aus Kohlensäure, Wasser, Schwefelsäure und Stickstoff Eiweißkörper sich aufbauen; allein es geschieht nur unter dem Einflusse bereits vorhandenen lebendigen Protoplasmas. Dies vermag wohl durch Assimilation jene Verbindungen zu neuem Eiweiß zusammenzufügen, aber es spielt dabei die Rolle eines Chemikers, ohne dessen Eingreifen solche Synthese undenkbar wäre. Alle menschliche Erfahrung läuft hinaus auf das fundamentale Gesetz: omne vivum e vivo, d. h. wo ein neues Lebewesen auftritt, wird es aus einem anderen bereits vorhandenen geboren; eine Entstehung auch des einfachsten Organismus, eines Klümpchens von Protoplasma aus anorganischem Material, aus Verbindungen, wie sie in der verwitternden Erdkruste vorkommen und immer vorgekommen sein müssen, kennt die Erfahrung nicht, und die Theorie muß die Möglichkeit ihres Geschehens in Abrede stellen.

102.

Alle großen Chemiker von Liebig bis Arrhenius halten es für ausgeschlossen, daß die anorganischen Verbindungen des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Sauerstoffs, Stickstoffs und Schwefels zu Eiweiß sich vereinigen konnten, wenn sie sich selbst und den ihnen innewohnenden Kräften überlassen blieben, wie das im Naturlaufe der Fall ist. Aus dem Naturlauf sind auch keine äußeren Bedingungen bekannt, die dies zu bewirken vermöchten, wenn wir vom Einfluß anderer Organismen absehen. Wenn Wöhlers erste Synthese einer organischen Verbindung, des Harnstoffs, aus anorganischen Verbindungen nicht nur angeführt wird als epochemachend für die organische Chemie, sondern auch als ein Fingerzeig für die spontane Entstehung organischer Verbindungen aus anorganischen, so hat Wöhler zwar den Irrtum beseitigt, daß die organischen Verbindungen lediglich in Pflanzen und Tieren entstehen könnten, er hat aber zugleich gezeigt, daß für solche Synthesen das Eingreifen eines intelligenten Chemikers nötig ist, wenn sie sich außerhalb pflanzlicher und tierischer Zellen vollziehen sollen.

103.

Wenn die Erfahrung nur eine Entstehung neuer Organismen durch Geburt kennt, d. h. durch Hervorgehen aus einem anderen Organismus, so müssen doch die e r s t e n Organismen an der Erdoberfläche elternlos aufgetreten sein. In bezug darauf stehen sich drei Hypothesen gegenüber. Die erste nimmt an, daß die Erdoberfläche vom Weltraum her mit Keimen lebendiger Wesen versehen worden sei, die entweder auf Meteorsteinen oder als feiner Staub hinzugetragen worden seien. Nach dieser Hypothese wäre das Leben so alt wie die Materie, und Keime lebendiger Wesen hätten

von Ewigkeit her den Weltraum bevölkert. Ich verwerfe diese Hypothese, weil sie mich nicht nur überaus unwahrscheinlich dünkt, weil sie nicht mit der Entwicklungstheorie des Makrokosmos im Einklang steht, sondern weil auch derartige Keime beim Durchfliegen der Atmosphäre wegen ihrer vorauszusetzenden Geschwindigkeit und Reibung hätten verbrennen müssen. Die zweite Hypothese ist die der spontanen Urzeugung. Sie nimmt an, daß vor vielen Millionen von Jahren aus den anorganischen Bestandteilen des Erdbodens und des Wassers sich einfachste Lebewesen gebildet hätten aus Kräften, die jenen Verbindungen selbst innewohnen. Diese Hypothese ist schon darum zu verwerfen, weil sie aller Erfahrung widerspricht; es gilt hier das über die Möglichkeit einer spontanen Eiweißbildung Gesagte. Wir können Kohlensäure, Wasser, Stickstoff, Salpetersäure, schwefelsaure, phosphorsaure Salze usw. in jeder beliebigen Weise durcheinander mischen und allen Möglichkeiten von Temperatur- und Druckverschiedenheiten aussetzen, es wird niemals Protoplasma daraus. Dies bezeugt uns nicht nur die Erfahrung, für den Naturforscher die höchste Instanz, sondern dies lehrt auch die chemische Theorie in unwidersprechbarer Weise. Es können in den Zeiten, da das Leben begann, keine anderen Eigenschaften des Stoffes geherrscht haben als in der Gegenwart; wir gerieten sonst in einen Widerspruch mit dem Axiom von der Unveränderlichkeit der Naturgesetze. Daß gegenwärtig keine Urzeugung von Lebewesen aus anorganischem Material vorkommt, ist durch die Erfahrung sattsam erwiesen. Wollte man aber annehmen, daß das, was heute chemisch nicht möglich ist, vor einer Milliarde von Jahren doch vielleicht möglich gewesen wäre, so käme diese Hypothese an Wert der Annahme gleich, daß vor einer Milliarde von Jahren drei gerade Linien

hingereicht hätten, ein Viereck zu bilden, oder daß damals Blei auf dem Wasser schwamm. Wären stoffeigene Kräfte in den anorganischen Verbindungen Kohlensäure, Wasser, Salpetersäure usw. enthalten, die ohne den Einfluß lebendiger Zellen oder ohne Eingreifen der Intelligenz des Chemikers aus jenen Verbindungen Protoplasma zu bilden vermöchten, so müßte ein solcher Vorgang sich jederzeit wiederholen können, wie das bei der Kristallisation der Fall ist. Die Kristallbildung erfolgt durch Kräfte, die den Verbindungen selbst eigentümlich sind, und die sich nur vorher nicht geltend machen konnten. Im Gegensatz zur Kristallisation soll die Urzeugung sich nur einmal vor sehr langer Zeit vollzogen haben. Ein solches einmaliges Geschehen wäre eine Abweichung von der Gesetzlichkeit des Naturlaufes, der von seiten der Naturforschung nicht entschieden genug widersprochen werden kann.

104.

Die dritte Hypothese bleibt somit allein übrig. Sie läßt die ersten lebenden Bewohner des Erdballs durch Erschaffung entstehen. Damit ist die erste Entstehung von Protoplasma allerdings dem Bereiche der Naturforschung entrückt; sie steht ihr in völliger Unwissenheit gegenüber. Naturphilosophisch läßt sich das Wort Erschaffung dahin erläutern, daß nach Eintritt der Möglichkeit des Lebens fremde Kräfte auf die anorganischen Stoffe einwirkten, die ohne Verletzung der Naturgesetze jene Stoffe so zueinander in Beziehung setzten, daß daraus Eiweiß und Protoplasma ward. Diese Kräfte können einerseits mit den Systemkräften der Maschinen verglichen werden, andererseits analog gedacht werden zur Intelligenz des Chemikers, der es zweifellos einst gelingen dürfte, Eiweißmoleküle aus anorganischem Material auf-

zubauen; denn sie ist schon auf dem besten Wege dazu. Die erschaffenden Kräfte sind auch insofern analog der Tätigkeit des Chemikers, als sie nicht jederzeit sich geltend zu machen und in den Naturlauf einzugreifen brauchen. Wenn wir von solchen Kräften in der Gegenwart nichts wahrnehmen, so beweist dies nichts dagegen, daß sie zu einer bestimmten Zeit einmal in Wirksamkeit traten. Es kommt freilich in Betracht, daß die Analogie erschaffender Kräfte zu denen des Chemikers eine unvollständige ist, weil sie ihrem Eiweiß auch jenen Komplex von Bewegungen einhauchten, den wir Leben nennen; dazu aber dürfte die Befähigung des Chemikers nicht hinreichen.

105.

Muß man aus dem Dasein des Lebens an der Erdoberfläche auf die Wirksamkeit besonderer Kräfte schließen, die einst lebendige Materie aus lebloser erschufen, so kann, wenn wir uns den ersten Organismen die Fähigkeit einer Fortentwicklung eingehaucht denken, daraus im Laufe der Zeit die ganze Pflanzen- und Tierwelt hervorgegangen sein, die wir kennen. Gewiß ist der Vorgang der Schöpfung in tiefes Dunkel gehüllt und in diesem Sinne ein Wunder zu nennen. Das Schöpfungswunder besteht in der Vereinigung der stoffeigenen Kräfte zu den Kräften, die wir im lebenden Organismus walten sehen, und die wir hier Systemkräfte nennen dürfen. Doch erscheint das Wunder der Erschaffung, das naturphilosophisches Denken aus den Tatsachen folgert, kaum größer als das Wunder der Erhaltung des Lebens in der Entwicklung und Fortpflanzung der Organismen, wie es erfahrungsmäßig vor unseren Augen sich abspielt. Die Natur brauchte nur einmal zu erschaffen, dann wirkte sie weiter in der Entwicklung und Fortpflanzung.

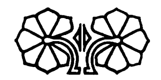
Geburt und Tod der lebendigen Wesen sind ein neues Naturgesetz, das mit dem Auftreten des Lebens zu den früheren hinzukam. Wo immer im Laufe der Erdgeschichte eine neue Art entstand, repräsentierte sie eine neue Form des Naturlaufs, ein neues Naturgesetz.

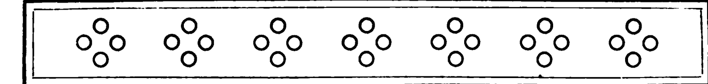
106.

An sich würde die unmittelbare Entstehung z. B. eines Krebses oder eines Farnkrauts aus den anorganischen Stoffen der Erdrinde nur um weniges wunderbarer sein als die Entstehung einer einfachen Zelle, eines Klümpchens von lebendigem Protoplasma; denn zu begreifen vermag unser Verstand auch die elternlose Entstehung des letzteren nicht. Dem Prinzip der Entwicklung zuliebe nimmt die Wissenschaft aber an, daß die ersten lebendigen Wesen solche einfachste Protoplasmaklümpchen waren, die dann zu Pflanzen und Tieren von sehr verschiedener Organisationshöhe fortgebildet wurden. Wir finden freilich unter den ältesten Organismen, die die Erdgeschichte kennt, in der Pflanzen- und Tierwelt der kambrischen und der silurischen Formation bereits Krebse und Farnkräuter. Es zeigt sich aber auch, daß die geschichteten und mutmaßlich aus dem Wasser abgelagerten Formationen der Erdrinde, die älter sind als das Kambrisch und das Silur, die sogenannten kristallinischen Schiefer, derartig verändert sind, daß Reste versteinerter Organismen darin unkenntlich werden mußten. Die Phantasie des Naturforschers vermag somit nur aus dem Prinzip der Entwicklung zu schließen, daß alle Zwischenstufen zwischen einfachen Protoplasmaklümpchen einerseits, den Farnkräutern und Krebsen andererseits in den kristallinischen Schiefern begraben liegen. Unserer Erfahrung und unserem Wissen sind damit jene Zwischenstufen für immer entrückt.

107.

Erst mit dem Auftreten der Organismen war die Erde, wie wir sie kennen, fertig. Ob auch andere Planeten unsern Organismen ähnliche Wesen beherbergen, ist unbekannt. Wahrscheinlich ist dies nicht, nach allem, was wir von der Beschaffenheit der übrigen Planeten wissen.





Sechstes Kapitel.

Die Lebewesen.

○○○

108.

Die Bewohner des Erdballs sind eigenartige Umwandlungsprodukte der Substanz des Planeten; sie sind aus Erdenstaub entstanden und werden wieder zu Staub. In den Fleischmassen, die die Tiere umherschleppen, wozu die Körper der Menschen einen großen Bruchteil beitragen, stecken lauter Atome von Kohlenstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor und verschiedenen Metallen. Vor dem Auftreten der Pflanzen und Tiere gab es nur Kohlensäure, atmosphärische Luft, Wasser, ferner Salze der Salpetersäure, der Schwefelsäure, der Phosphorsäure. Aus diesen anorganischen Stoffen der Erdoberfläche mußte das Fleisch und das Blut der Tiere zusammengefügt werden. Sie bestehen aus zahlreichen sogenannten organischen Verbindungen, unter denen zwei Gruppen als besonders wichtig hervortreten: die Kohlenhydrate, wofür der Zucker als einfachstes Beispiel gelten mag, und die Eiweißstoffe. Das gleiche gilt von den Pflanzen; nur sind deren Fleischteile, die wir Protoplasma nennen, ihrer Zartheit wegen in mikroskopisch kleine Portionen gesondert, deren jede von einer papier- oder holzähnlichen Hülle umgeben ist, wir nennen sie Zellen.

Doch auch die Tierkörper bestehen aus Zellen oder entstehen wenigstens im Laufe der Entwicklung aus solchen, wenn auch in erwachsenem Zustande vielfach die Abscheidungen der Zellen, wie Knochen und Muskelsubstanz, überwiegen. Die Zelle ist somit der organische Baustein der Tiere wie der Pflanzen. Sie besteht aus dem Protoplasma, dem Zellkern und der Zellhülle, die sich namentlich bei Pflanzen gewöhnlich zu einer festen Haut oder Wand verdichtet.

109.

Die Tierwelt kann nicht ohne die Pflanzen bestehen, denn die Tiere sind unfähig, Kohlenhydrate und Eiweiß durch Umlagerung der in den anorganischen Verbindungen der Erdrinde enthaltenen Atome des Kohlenstoffs, Wasserstoffs, Stickstoffs usw. zu schaffen. Diese Kunst verstehen nur die Pflanzen. Aus Kohlensäure, Wasser, Salpetersäure, Schwefelsäure vermögen sie durch Zersetzung und Verschmelzung der Zersetzungsprodukte den Aufbau von Zucker und Eiweiß zu vollziehen; die Tiere können sich nur ernähren, wenn sie Zucker und Eiweiß in Form von Pflanzenteilen fressen. Nur in lebenden Pflanzenzellen ist jener Zauberstab gegeben, der anorganische in organische Stoffe verwandelt. Alle Erfahrung läuft darauf hinaus, daß diese Umwandlung nur durch den Eingriff lebendiger Wesen geschieht, einmal durch die automatische Tätigkeit der Pflanzen, dann aber auch durch den Menschen. Allein der Mensch vermag hierbei nichts durch die chemischen Eigenschaften des materiellen Systems zu wirken, das er seinen Körper nennt, sondern lediglich durch seine Intelligenz. Diese hat sich langsam zu solcher Fähigkeit emporgearbeitet mit der Entwicklung der chemischen Wissenschaft. Heute können wir

künstlich Zucker aus Kohlensäure und Wasser aufbauen; der Aufbau von Eiweiß aus seinen Grundstoffen ist noch nicht vollständig gelungen, indes sind die vorbereitenden Schritte dazu so weit gediehen, daß die endgültige Synthese von Eiweiß durch den Chemiker in sicherer Aussicht steht. Damit wird die bewußte Intelligenz des Chemikers mit Aufwand von außerordentlich viel Scharfsinn wenigstens den Unterbau dessen herzustellen vermögen, was die Pflanze in größtem Maßstabe täglich vor unseren Augen unbewußt und maschinenmäßig schafft. Die Landwirtschaft benutzt diese Fähigkeit der Pflanzen, um durch sie Nahrung für die Menschheit zu liefern. Ob ein gleiches jemals auch der chemischen Industrie gelingen wird, ist eine Frage, an deren Beantwortung heute noch nicht gedacht werden kann. Nur soviel ist sicher: der Chemiker schlägt völlig andere Wege ein zur Synthese von Zucker und Eiweiß, arbeitet mit gänzlich anderen Mitteln, als die Pflanze es tut. Alle künstlichen Synthesen organischer Verbindungen vom Harnstoff durch Wöhler bis zu den Kohlehydraten durch Emil Fischer beweisen auch nur, daß solche Verbindungen auf anderen Wegen entstehen können, als auf den im Organismus eingeschlagenen Bahnen. Sie bedeuten aber nicht das geringste für eine Verminderung des Abstandes zwischen dem anorganischen Naturgeschehen und der den lebendigen Geschöpfen eigentümlichen Gesetzlichkeit im Aufbau und Abbau chemischer Verbindungen.

110.

Zucker und Eiweiß bilden nur die Grundlage, das erste organische Material, aus dem im Pflanzen- wie im Tierkörper überaus zahlreiche Verbindungen aufgebaut werden. Der Teil der Chemie, der sich mit diesen Ver-

bindungen beschäftigt, heißt in alter Überlieferung organische Chemie; neuerdings wird dafür auch das Wort Biochemie gebraucht, d. h. die Lehre von den chemischen Vorgängen im lebendigen Organismus. Die „organische Chemie" hat längst den Bereich der von Tieren und Pflanzen gebildeten Verbindungen überschritten; sie ist heute eine Chemie der Kohlenstoffverbindungen geworden, deren bei weitem größerer Teil niemals im Stoffwechsel der Organismen vorkommt. Mit Ausnahme der einen Kohlensäure sind alle Kohlenstoffverbindungen verbrennlich; als Produkt ihrer Verbrennung entsteht immer wieder Kohlensäure. Für den Aufbau solcher „organischen" Verbindungen aus ihren Grundstoffen ist es völlig nebensächlich, ob sie dem Kreise des tierischen und pflanzlichen Stoffwechsels angehören oder nicht. Es ist darum eine groteske Behauptung, daß mit dem ersten Aufbau einer organischen Verbindung eine Überbrückung der Kluft gelungen sei, die den unbelebten vom belebten Stoff trennt. Der Harnstoff ist an sich so leblos wie die Kohlensäure, mag er im Tierkörper oder im Laboratorium des Chemikers hergestellt sein. Im Prinzip kann ohne weiteres zugegeben werden, daß alle den Tieren und Pflanzen eigentümlichen Stoffe auch durch die Kunst des Chemikers erzeugt werden können. Damit würden wir aber der Lösung des Lebensproblems um keinen Schritt näher gekommen sein; denn für das Verständnis des Organismus handelt es sich darum, *wie* jene Stoffe gebildet werden, und wie sie *zusammenwirken*, um das Leben zu unterhalten.

111.

Im Stoffwechsel der Pflanzen und Tiere, der, abgesehen von den ursprünglichen Synthesen des Zuckers und des Eiweiß, im wesentlichen identisch verläuft, haben wir zwei

Reihen chemischer Vorgänge zu unterscheiden: den Aufbau und den Abbau der Verbindungen. Der Aufbau führt von den Nährstoffen zur Bildung der komplizierten Verbindungen, die das Protoplasma zusammensetzen. Unter Abbau verstehen wir Zersetzungen der im Protoplasma vorhandenen Verbindungen in einfachere; Zersetzungen, die sich teils mit, teils ohne Zutun eingeatmeten Sauerstoffs vollziehen, und deren Endprodukte Kohlensäure, Wasser, Harnstoff, Ammoniak usw., teilweise vom Körper wieder ausgeschieden werden. Der Abbau ist für die Unterhaltung des Lebens so nötig wie der Aufbau der Stoffe. In beiden Erscheinungsreihen handelt es sich um eine wechselnde Neubildung und Wiederzerstörung. Die Biologie hat festgestellt, daß der einzelne Vorgang des Abbaues verursacht wird durch einen besonderen, dem Protoplasma eigentümlichen Stoff, dessen Eigenschaften für den Chemiker noch viel Rätselhaftes haben. Solche Stoffe nennt man Fermente oder Enzyme; man neigt zu der Ansicht, daß so viele verschiedene Enzyme in den Tieren und Pflanzen vorkommen, als sich Zersetzungsprozesse in deren Stoffwechsel zu erkennen geben. Neuerdings mehren sich die Stimmen, die auch für die Synthesen, für die Vorgänge des Aufbaues, Enzyme verantwortlich machen. Es wird danach in den Tier- und Pflanzenzellen eine große Zahl von Enzymen unterschieden oder wenigstens angenommen, vergleichbar den Arbeitern in einer chemischen Fabrik. Die Lehre von den Enzymen bezeichnet einen wichtigen Fortschritt in der Biochemie. Verfehlt ist aber die Behauptung, daß dadurch die Stoffwechselvorgänge in Tieren und Pflanzen aufgeklärt wären. Früher fragte man, wie kommt dieser oder jener Zersetzungsprozeß zustande, z. B. die Spaltung von Zucker in Alkohol und Kohlensäure bei der Gärung; die Bildung von Zucker aus Stärke; von Pepton aus Eiweiß

bei der Verdauung? Heute wissen wir, daß die Gärung besorgt wird durch ein besonderes Enzym, die Zymase, die Stärke gespalten wird durch Diastase, daß Eiweiß zersetzt wird durch Trypsin oder durch Pepsin. Da erhebt sich sofort die neue Frage, auf welche Weise werden jene Fermente oder Enzyme gebildet, die, selbst in geringer Menge vorhanden, große Quantitäten von Stoffen zu zersetzen vermögen, ja noch mehr, die lauter chemische Arbeiten besorgen, welche für die Unterhaltung des Lebens nützlich oder gar notwendig sind. Auf diese Frage bleibt uns die Biochemie eine Antwort schuldig. Die Enzyme sind Werkzeuge für bestimmte chemische Verrichtungen, die der Organismus sich selbst schafft, sobald er sie braucht, und die für ihn unentbehrlich sind. Über die Feststellung dieser Tatsache kommen wir nicht hinaus.

112.

Wir sahen, daß die Pflanzen Luft, Wasser und Gesteine zu Zucker und Eiweiß verarbeiten können, daß den Tieren diese Fähigkeit abgeht. Ihnen muß Kohlenhydrat und Eiweiß von den Pflanzen geliefert werden; doch das Pflanzeneiweiß wird erst durch die verdauenden Enzyme des Tierkörpers in einfachere Verbindungen gespalten, die dann als unmittelbare Bausteine für den Aufbau des tierischen Eiweiß dienen, wie es in Muskeln und Nerven, in Haut und Knorpel und allen Teilen des Tieres bekannt ist. Dieser Unterschied in der Ernährung beider Reiche der Organismen ist ein gewaltiger, aber darum noch kein absoluter. Denn wenn auch kein Tier von anorganischem Material leben kann, so gibt es doch auch Pflanzen, die es nicht können, und die wie die Tiere nur organische Substanz zur Neubildung von Protoplasma verarbeiten können. Es sind das Gewächse, die des Blattgrüns entbehren, so die ganze

Klasse der Pilze, von höheren Pflanzen z. B. die Nestwurz, die Schuppenwurz, der Fichtenspargel, die Kleeseide usw. Diese ernähren sich entweder als Parasiten von den Säften anderer lebenden Pflanzen, oder als sogenannte Saprophyten von Humus, d. h. verwesenden Resten tierischer und pflanzlicher Leichen, die dem Erdboden beigemengt sind.

113.

Zwei wichtige Grundzüge der Organisation und des Lebens sind die Vielgestaltigkeit und die damit verbundene Mannigfaltigkeit der Lebensweise, sodann das Fehlen vollkommen durchgreifender Merkmale für unsere Einteilungen. Es gibt Momente genug, die uns veranlassen, die Pilze den Pflanzen und nicht den Tieren beizuzählen; die Pilze hindern es aber, Tierreich und Pflanzenreich in scharfen Definitionen voneinander zu sondern. Die Mannigfaltigkeit ist in beiden Reichen so groß, daß die einfachsten Pflanzen und die niedersten Tiere einander sehr ähnlich werden, wodurch unserer Klassifikation weitere Schwierigkeiten erwachsen. Diese müssen von der Wissenschaft überwunden werden, denn die Natur richtet sich nicht nach uns und nach unserem Bedürfnis, zu schematisieren.

114.

Die großen Verschiedenheiten zwischen den höheren Gewächsen sind jedermann geläufig; er braucht nur in Gedanken eine Kiefer und eine Seerose zu vergleichen. Die Unterschiede beider von den niederen Pflanzen sind noch viel größer. Zu ihrer Andeutung mögen einige Beispiele folgen. Der Stock einer Primel setzt sich zusammen aus vielen Tausenden kleiner Zellen, die unterirdisch farblose Wurzeln bilden, oberirdisch einen ganz kurzen Stamm mit

einer Rosette ansehnlicher grüner Blätter und blattlose Zweige, die an ihrer Spitze büschelförmig stehende Blumen tragen. Die Blume ist ein aus vier verschiedenen Arten von Blättern bestehendes Gebilde, welches der Fortpflanzung dient. Wir unterscheiden Kelchblätter, Blumenkronenblätter, Staubblätter, Fruchtblätter, die sämtlich Verwachsungen eingehen. In den Staubblättern werden männliche Keimzellen in großer Zahl erzeugt, die man Pollenkörner, in ihrer Gesamtheit auch Blütenstaub nennt; in dem von den verwachsenen Fruchtblättern gebildeten Gehäuse, das sich in den Griffel mit der Narbe fortsetzt, werden weibliche Keimzellen oder Eizellen angelegt. Die Befruchtung, d. h. die Vereinigung der männlichen mit der weiblichen Keimzelle, muß dadurch vorbereitet werden, daß Pollenkörner auf die Narbe einer Blume gelangen. Der besondere Bau der Blumen schließt aber Selbstbestäubung aus und erheischt Fremdbestäubung, d. h. der Pollen kann nur von einer anderen Pflanze her eine Narbe erreichen. Da der Pollen klebrig ist, hängen seine Körnchen zusammen und können nicht im Winde verstäuben, wie bei der Kiefer oder dem Haselstrauch, sondern Bienen, die Honig aufsuchen, tragen den Pollen hierbei unwillkürlich aus den Blumen einer Pflanze zu den Narben einer anderen. Hier auf der Narbe wachsen die Pollenkörner zu dünnen Fäden, den Pollenschläuchen, aus, die, das lockere Zellgewebe des Griffels durchbohrend, die vom unteren Teil des Fruchtknotens eingeschlossenen Eier erreichen. Ein in die Spitze des Pollenschlauchs hinabgewanderter Zellkern tritt durch die erweichte Membran des letzteren hindurch in die Eizelle und vereinigt sich mit dem Eikern. Hierdurch ist die Befruchtung vollzogen. Die unbefruchtete Eizelle entbehrt der Membran und ist nicht entwicklungsfähig. Sie wird dies durch die Befruchtung, deren erster

sichtbarer Einfluß in der Ausscheidung einer Membran besteht. Die befruchtete Eizelle teilt sich dann weiter in immer zahlreichere Zellen; ist doch Teilung die einzige Art der Vermehrung und Neubildung von Zellen, die wir kennen. In jeder Teilung zerfällt eine Mutterzelle in zwei ungefähr gleichgroße Tochterzellen. So entsteht nach und nach der vielzellige Keim einer Primel, der sich aus einer Wurzel, einer mikroskopisch kleinen Stengelspitze und dem ersten Blattpaar zusammensetzt. Dieser Keim wird noch eingeschlossen in ein vielzelliges Nährgewebe und eine nach und nach erhärtende Samenschale. Damit ist das Samenkorn fertig; die Reifung vollendet sich durch Austrocknung der Zellen des Keims wie des Nährgewebes. Nunmehr kann der Same die Fruchtkapsel verlassen, er kann eine Zeitlang trocken aufbewahrt werden und später in feuchtem Erdreich den Keim zu einem neuen Primelpflänzchen heranwachsen lassen, wobei erst das Nährgewebe verzehrt wird; später ernährt sich das junge Pflänzchen mittels der Wurzeln von den Mineralstoffen des Erdreichs und mittels der grünen Blätter von der Kohlensäure der Luft. Ein von der Pflanze losgelöstes Samenkorn ist vergleichbar einem Vogelei, indes einem solchen, in dem ein junger Vogel bereits in den Hauptstücken seiner Organisation ausgebildet ist. Das Nährgewebe des Pflanzensamens kann dem Eiweiß verglichen werden, das der Vogel auch erst aufzehrt, bevor er die Schale durchbricht und Fremdkörper zu seiner Nahrung benutzt; es wäre auch vergleichbar der Muttermilch bei Säugetieren.

115.

Der Entwicklungsgang eines Schleimpilzes ist von dem einer höheren Pflanze recht verschieden. Die Schleimpilze leben an feuchtliegendem Holz, alten Baumstrünken, ab-

gestorbenem Laub; wegen ihres Mangels an Blattgrün ernähren sie sich aus der organischen Substanz solcher Pflanzenreste. Eine in Wäldern verbreitete Art, Aethalium septicum, bewohnt mit Vorliebe auch alte Gerberlohe, wie sie in den Gerbereien längere Zeit zu lagern pflegt; der Pilz wird von den Gerbern Lohblüte genannt. Er besteht zunächst aus hellgelbem, sahnenartigem, in viele feine Stränge zerteiltem Protoplasma, das den Lohehaufen durchzieht. Dies Protoplasma ist von keiner Zellhaut eingeschlossen und enthält im Innern nicht einen, sondern zahlreiche Kerne; es wird als Plasmodium bezeichnet. Ein solches Plasmodium kann unausgesetzt seine Form verändern und in der Lohe umherkriechen, indem es in einer Richtung sich vorschiebt, in der andern Richtung seine Körpersubstanz einzieht, wie eine kriechende Schnecke. Das Plasmodium wächst durch Aneignung von Nährstoffen aus der Lohe, die es zum Aufbau von Kohlenhydraten und von Eiweiß verwendet. Nach Ablauf einer gewissen Zeit kriecht das Plasmodium auf die Oberfläche des Lohehaufens, wo es faustgroße und größere Klumpen bildet, deren äußere Schicht an der Luft zu einer zerbrechlichen Rinde erstarrt. Im Innern dieses sogenannten Fruchtkuchens sondert sich die Protoplasmamasse in viele mikroskopisch kleine Zellen, deren jede einen der vorhandenen Kerne in sich aufnimmt und sich mit einer Zellhaut umgibt. So entstehen auf ungeschlechtlichem Wege aus einem Plasmodium Tausende kleiner, kugeliger Zellen, die man Sporen nennt, und die im Winde verstäuben können. Gelangen die Sporen auf eine feuchte Unterlage, so platzt ihre Haut, das Protoplasma samt Kern tritt aus der Hülle heraus und bildet einen sogenannten Schwärmer, der ebenso umherkriecht, wie das große, dem bloßen Auge sichtbare Plasmodium es tat. Stoßen mehrere Schwärmer

aufeinander, so verschmelzen sie zu dem mikroskopischen Anfange eines mehrkernigen Plasmodiums, das alsbald durch Nahrungsaufnahme aus der Lohe sich vergrößert, während die Kerne durch Zweiteilung sich vermehren.

116.

Während die Schleimpilze sich in der Sporenbildung wie andere Pilze verhalten, könnte man sie der Plasmodien wegen auch zum Tierreiche stellen; daß Tiere und Pflanzen auf den niederen Stufen der Organisation einander sehr nahe kommen, hat schon Linné erkannt und mit klaren Worten ausgesprochen. Es gibt indes eine Ordnung der Pilze, die im System eine noch tiefere Stellung einnimmt als die Schleimpilze, weil ihre Zellen nicht einmal Kerne besitzen; dies sind die Spaltpilze oder Bakterien. Allerdings bestehen die Bakterien immer aus gesonderten Zellen, deren jede von einer Membran umgeben ist, und die entweder isoliert leben, oder zu Fäden miteinander verbunden sind. Die Zellen der Bakterien vermehren sich lediglich durch Teilung; geschlechtliche Fortpflanzung kommt bei ihnen nicht vor. Man spricht indessen auch von Sporenbildung bei ihnen, wobei der Inhalt einer Zelle sich zusammenzieht und eine neue, viel festere Zellhaut ausscheidet; diese Sporen können austrocknen und längere Zeit hindurch ruhen, um sich von neuem durch Teilung zu vermehren, sobald günstige Lebensbedingungen für den Pilz eintreten. Die Sporen der Bakterien sind sehr widerstandsfähig; bei einigen Arten kann man sie länger als eine halbe Stunde mit Wasser kochen, ohne daß sie ihre Keimkraft verlieren.

117.

Die Zellen der Bakterien sind sehr klein; manche liegen an der Grenze des mikroskopisch Erkennbaren. Die wichtigen Beziehungen der Bakterien zu den Infektionskrankheiten

sind bekannt. Hier sei noch an andere merkwürdige Eigenschaften einiger Bakterien erinnert. Während die meisten Pflanzen und Tiere auf Einatmung von Sauerstoff angewiesen sind, können die sogenannten anaëroben oder luftscheuen Bakterien ohne Sauerstoff leben. Die übrigen Pflanzen müssen den zum Aufbau von Eiweiß erforderlichen Stickstoff den salpetersauren und Ammoniakverbindungen des Erdbodens entnehmen: die Stickstoffbakterien können dazu den Luftstickstoff verwenden. Während die höheren Pflanzen und die Tiere im Atmungsprozeß organische Verbindungen des Protoplasma verbrennen, verwenden gewisse Bakterien dazu auch anorganische, oxydierbare Stoffe, wie Schwefelwasserstoff, Eisenoxydul, Ammoniak. Während sonst nur von grünen Pflanzenzellen mit Hilfe des Lichts aus Kohlensäure und Wasser Zucker aufgebaut werden kann, geschieht dies in den farblosen Zellen der sogenannten Nitrobakterien auch bei Abwesenheit von Licht. Das sind alles so fundamentale und wunderbare Abweichungen von den Stoffwechselerscheinungen aller andern Organismen, daß dadurch jenen Bakterien eine ganz eigenartige Stellung im Bereich der Lebewesen zufällt. Da sich die Mehrzahl der Bakterien aber in Ernährung und Stoffwechsel nicht anders verhält als die übrigen Pilze, sind sie diesen doch an die Seite zu stellen. Wir lernen aus den Bakterien, daß die Mannigfaltigkeit der Organismen nicht nur in Gestalt und Größe, sondern auch in den chemischen Vorgängen sich zeigt, die zur Unterhaltung des Lebens notwendig sind.

118.

Wollte ich zur Erläuterung der Mannigfaltigkeit der Organismen Beispiele von niederen Tieren heranziehen, so würde ihr Entwicklungsgang mit dem der Schleimpilze

große Ähnlichkeit zeigen. Die höheren Tiere ragen indes um ein gewaltiges über das Pflanzenreich hinaus und bieten unserer Betrachtung ganz neue Seiten dar. Gewiß führen von der Höhe der Säugetiere viele Stufen zu den Urtieren oder Protozoen hinab, und es finden sich zahlreiche Übergänge im Bau und in der Differenzierung des Körpers; was aber die Tiere so hoch über die Pflanzen hinaus hebt, ist nicht ihre Gestalt und ihre Beweglichkeit, sondern es ist ihr Seelenleben und die mit diesem zusammenhängende Organisation. Den Pflanzen eine Seele zuzuschreiben, scheint mir jeder Anlaß zu fehlen. Die Spuren des Seelenlebens bei niederen Tieren sind unsicher und leicht Mißdeutungen ausgesetzt. Erst bei den am vollkommensten organisierten Tieren kann einwandsfrei von einer Psychologie gesprochen werden. Dennoch ist es zweifellos weit schwieriger, Einblick in das Seelenleben solcher Tiere zu gewinnen als in dasjenige anderer Menschen; und letzteres ist schon schwierig genug. Für unseren Zweck wird es genügen, ein Beispiel aus der höchsten Organisationsstufe des Tierreichs, aus den Säugetieren, ins Auge zu fassen.

119.

Vor längerer Zeit lief mir eine junge Waldmaus in die Hände. Ich trug sie nach Hause und setzte sie in einen Hafen aus weißem Glas von 20 cm Höhe und ebensoviel Durchmesser, dessen Öffnung durch einen Porzellanteller geschlossen wurde. Der Boden des Hafens ward 1—2 cm hoch mit Sand bedeckt, später ward zwischen Glasrand und Teller ein kleines Drahtkörbchen eingehängt und etwas Watte hinein getan, um dem Tierchen als Nest zu dienen. Die Maus wurde erst mit dünnschaligen Mandeln, dann mit Haselnüssen gefüttert. Die letzteren öffnete das Tier

immer an der zugeschärften Vorderseite, wo die Schale am wenigsten hart ist. Wenn es bei Hunger sich auch noch so eifrig auf eine Nuß stürzte, fraß es doch selten den Kern auf einmal; sobald der Appetit gestillt war, scharrte es den Rest in den Sand, um ihn nach Ablauf einiger Stunden zu verzehren. Nach kürzester Zeit hatte die Maus schon die Festigkeit des Glases erkannt, obgleich sie aufs beste hindurchsehen konnte. Wenn man ihr Speise oder Trank durch die Glaswand zeigte, ließ sie das völlig gleichgültig; ebenso blieb sie ganz unbekümmert, wenn sie neben der Glaswand hockte und man von außen die Finger näherte, auf das Glas trommelte. Sie wußte ganz genau, daß sie durch eine feste Wand geschützt war. Sobald ich aber den Teller abhob und ihr von innenher die Hand näherte, huschte sie scheu davon. Später duldete sie ein Streicheln mit dem Finger, wenn sie schläfrig und zusammengekauert da lag; sie schien es dann sogar gern zu haben. In Zeiten der Erregung aber, die sich durch ihre lebhaften Bewegungen und das Aufrichten der großen Ohrmuscheln kenntlich machten, ließ sie sich ungern mit dem Finger berühren. Uberhaupt ist nach Jahresfrist kein wesentlicher Fortschritt in der Zähmung des Tierchens bemerkbar. Es klettert geschickt an Bindfäden, Papierstreifen und dünnen Stangen, die man in den Käfig hinein hält; mit einem Satz springt es vom Boden in sein unter dem Teller hängendes Nest. Fast ebenso schnell wie die Wirkung der Glaswand erkannte das Tier die Tatsache, daß zwischen Tellerrand und Glas eine Spalte zur Außenwelt führt. Diese Spalte blieb für die Maus dauernd ein Gegenstand des größten Interesses; immer wieder sucht sie vom Nest aus ihre Schnauze hindurch zu zwängen. Neben dem Genuß, den ihr Speise und Trank gewähren, und dem Behagen, das sie an der Ruhe emp-

findet, in der sie sich wie ein Hündchen zusammen kauert, ist ein immer gleich bleibender Freiheitsdrang hervorstechende psychische Eigenschaft der Maus. Ihre Aufmerksamkeit ist immer darauf gerichtet, ob sich nicht die Spalte zwischen Teller und Glasrand erweitert. Sitzt sie scheinbar noch so gleichgültig am Boden und reagiert dabei nicht im geringsten auf meine Bewegungen der ganz nahen Finger, so brauche ich nur die auf der Tischplatte ruhende Hand nach oben zu bewegen, um alle Zeichen der Spannung bei dem Tierchen hervorzurufen: es hebt die Ohrmuscheln, dreht den Kopf, stellt sich auf die Hinterbeine, und wenn ich nun den Teller hebe, riskiere ich, daß es hinauszuspringen sucht. Zweimal ist ihm im Anfang ein Fluchtversuch geglückt, als ich nach abgehobenem Teller es mit der Fingerspitze berühren wollte. Das eine Mal fuhr es blitzschnell über meine Hand und den Oberarm ins Zimmer, das andere Mal sprang es über die Glaswand auf den Tisch, und beide Male kostete es allerlei Listen, es wieder zu fangen. Viel Sorgfalt verwendet das Tier auf den Ausbau seines Nestes. Wird ihm die Watte entzogen und ein Stück Zeitungspapier in den Zwinger gelegt, so zerbeißt es dies, springt mit den Fetzen im Maul in den Drahtkorb und baut sich ein Lager zurecht. Einst wurde ihm statt Watte Holzwolle in den Drahtkorb getan; es machte sich ein Lager daraus, mochte aber doch wohl den Druck der harten Holzstreifen unangenehm empfinden; denn während der Nacht hatte es eine Anzahl kleiner Papierfetzen, die noch im Sande des Fußbodens steckten, zusammengetragen und damit das Lager austapeziert.

120.

Ich gehe nicht näher auf die Frage ein, ob als Motive der beschriebenen Handlungen der Maus lediglich Assozia-

tionen, d. h. Zusammentreffen konkreter Vorstellungsbilder, zu gelten haben, oder ob ein Vermögen des Vergleichens und der Beurteilung anzuerkennen ist. Daß das Tier Erfahrungen macht, zeigt schon sein Verhalten zur Glaswand. Soviel steht fest, daß ein lebhaftes Spiel von Empfindungen vorliegt, daß das Tier sich bestimmen läßt durch Gefühle der Abneigung und des Behagens, daß ein Wille sich zu erkennen gibt sowohl zu Entschlüssen, z. B. wenn die Maus in ihr Nest springt, als besonders auch in der Aufmerksamkeit, mit der sie alles, was um sie her vorgeht, auf das schärfste beobachtet. In seinem Empfindungsleben ist das Tier von der Außenwelt abhängig. Sie wird ihm vermittelt durch die Pforten der Sinne, unter denen Sehen und Hören voranstehen. Die Sinneseindrücke gelangen zum Bewußtsein im Gehirn. Daß das Weltbild der Maus, mag es so beschränkt sein, wie es will, in ihren Vorstellungen besteht, kann nicht bezweifelt werden. Doch ebenso gewiß ist, daß diese Vorstellungen sinnlich ausgelöst werden durch die Wirksamkeit einer Außenwelt. Jene Auslösung besteht in einer Erregung der Nerven durch Einwirkung von Dingen auf die Sinnesorgane. Aber der Prozeß wäre unvollständig, wenn er nicht zu Bewußtseinsvorgängen führte; nur diese sind als Empfindungen zu klassifizieren. Jede Empfindung hat einen Erregungsvorgang zur Voraussetzung; die Erregung ist aber noch lange nicht Empfindung, denn sie braucht nicht ins Bewußtsein zu treten. Andrerseits würden unbewußt bleibende Empfindungen ein Widerspruch sein; sie sind daher für den wissenschaftlichen Sprachgebrauch unzulässig. Ich halte es auch für bedenklich, von Sinnesorganen zu sprechen, wenn der Beweis für Empfindungen, die durch sie veranlaßt werden, sich nicht erbringen läßt. Ich finde nicht den Schatten eines B e w e i s e s dafür, daß den Pflanzen Empfindung

zukommt, wenn sie auch durch vielerlei Reize in die mannigfachsten Erregungen versetzt werden können. Sind die Stellen, in denen ein Reiz auf einen Pflanzenteil einzuwirken vermag, örtlich eng begrenzt wie ein Sinnesorgan, so scheue ich mich doch, dies Wort anzuwenden, weil mir die Analogie nicht vollständig genug zu sein scheint. Könnte man dann doch gerade sogut die Öffnung eines Bahnsteigautomaten ein Sinnesorgan nennen; wenn man ein Geldstück hineinwirft, wird dadurch ein Erregungsvorgang im Automaten ausgelöst, der den Reizwirkungen bei Pflanzen entspricht. Mir sind keine Tatsachen bekannt, die dafür sprächen, daß die Auslösung von Reizbewegungen bei Pflanzen sich wesentlich anders verhielte, als jener automatische Vorgang. Statt das Wort Sinnesorgan auf Pflanzen zu übertragen, dürfte man hier mit dem Wort Reizpforte oder Erregungspforte auskommen.

121.

Nach meiner Auffassung ist das Sinnesleben der Tiere etwas anderes als das Reizleben der Pflanzen, wobei ich nochmals hervorhebe, daß eine Sinneswahrnehmung ohne Reiz nicht möglich ist. Zur sinnlichen Wahrnehmung gehört aber die Mitwirkung des Bewußtseins. Halte ich meiner Waldmaus mit den Fingerspitzen eine Kuchenkrume hin, so erkennt sie diese schon von weitem durch Gesicht und Geruch: von ihrem Appetit hängt es ab, ob sie sich entschließt, die Krume aus meiner Hand zu fressen, oder ob sie sich abwendet. Im Bereiche der Lebewesen ist der Gegensatz von Bewußt und Unbewußt ein großer, der wohl durch Abstufungen gemildert, nicht aber gänzlich überbrückt werden kann. Allerdings gebe ich zu, daß wir nicht mit Sicherheit wissen können, ob die Pflanzen jedes Schimmers von Bewußtsein entbehren. Ich halte es aber methodisch

für richtiger, ihnen kein Bewußtsein zuzuschreiben, weil wir keine Tatsache kennen, die das Vorhandensein des Bewußtseins bezeugte. Aus gleichem Grunde halte ich auch die Instinkte und Kunsttriebe der Tiere, soweit sie erblich überkommen sind, für unbewußt, denn auch wir Menschen haben kein Bewußtsein von Vorgängen der Vererbung in unserem Körper. Daß aber die ererbten Instinkte insofern ins Bewußtsein hinübergreifen, als sie Gefühle der Lust und der Unlust veranlassen, ist kaum zu bezweifeln; auch dünkt es mich wahrscheinlich, daß die durch erblichen Instinkt ausgelöste Willenshandlung eines Tiers dem Bewußtsein keineswegs entzogen ist. Wenn eine Schwalbe ihr Nest baut, eine Spinne ihr Fangnetz webt, so haben beide den Trieb und die Fähigkeit dazu ererbt, und wie alles Ererbte sind diese Triebe dem Bewußtsein entrückt. Daß die Ausübung der Triebe aber, bei der Schwalbe das Einsammeln des Materials und das Zusammenkleben der Erde zum Nest, dem Tiere bewußt ist, erscheint äußerst wahrscheinlich. So sind die Instinkte etwas dem Tiere a priori Gegebenes. die Ausführung der durch sie veranlaßten Handlungen ist dagegen mit bewußten Erfahrungen verknüpft. Dies zeigt sich besonders in der Brutpflege, der zärtlichen Fürsorge des Tiers für seine Jungen, die eine Vorstufe menschlicher Mutterliebe ist. Hierauf paßt Goethes Ausspruch, Gott habe schon im Tiere dasjenige als Knospe angedeutet, was im Menschen zur schönsten Blüte kommt.

122.

Einem Naturbilde fehlt das wichtigste Stück, wenn der Mensch daraus fortgelassen wird. Seinem Körper nach gehört der Mensch unbedingt zu den Säugetieren, in die unmittelbare Nähe der Menschenaffen. Das beweist nicht

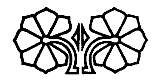
nur seine Gestalt, sein innerer Körperbau, seine Entwicklung, sondern selbst die chemische Beschaffenheit des Blutes, die derjenigen der Menschenaffen ähnlich ist. Bei allem Klassifizieren und Erklären kommt es aber darauf an, was man betont. Man kann den Menschen zur Tierwelt rechnen, wenn man von seinen geistigen Fähigkeiten absieht; und man kann sagen, keine Kluft zwischen lebendigen Wesen sei so groß wie die zwischen Mensch und Affe, wenn man die geistige Arbeit des Menschen in den Vordergrund rückt. Abstraktes Denken, Sprache, Kunst, Wissenschaft, Moral sind Merkmale des Menschen, die jene Kluft zu einer unüberbrückbaren machen. Diese geistigen Leistungen des Menschen sind sämtlich Ausdruck eines klarbewußten Vorstellens, Fühlens, Urteilens und Wollens. Auf die geistig-trennenden Merkmale geringeren Wert legen zu wollen als auf die körperlich-einenden, scheint mir verfehlt zu sein. In den geistigen, bezw. seelischen Eigenschaften offenbart sich der Abstand zwischen Mensch und Tier. Darum ist auch nur der Mensch einer wirklichen Kultur fähig, und er allein unter allen Lebewesen hat eine Geschichte, wenn wir unter Geschichte die Summe geistiger Handlungen verstehen, die in bewußter Absicht vollzogen werden. Beim Tiere kennen wir wohl Dressur des Einzelwesens, aber keine geistige Entwicklung und Erziehung der Art. Ich erinnere nur an den Hund.

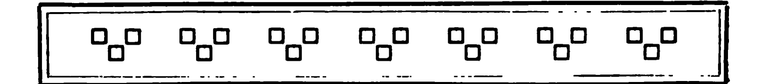
123.

Als vernünftiges Naturwesen, um einen Ausdruck von Kant zu gebrauchen, ist der einzelne Mensch Persönlichkeit. Von der Persönlichkeit eines tierischen Individuums zu sprechen, hätte kaum einen Sinn. Wenigstens sind nur schattenhafte Analogien zu dem, was wir eine Persönlichkeit

nennen, bei Tieren vorhanden; das gilt nicht nur von der moralischen, sondern auch von der intellektuellen Sphäre. Wirkliches Geistesleben, Intelligenz im strengeren Sinne des Wortes, kommt nur dem Menschen zu. Die Intelligenz ist Denkvermögen, die Fähigkeit, aus dem Wahrgenommenen allgemeine Begriffe zu bilden und Schlüsse zu ziehen, die Fähigkeit der Einsicht in die kausalen und in die finalen Beziehungen der Dinge zueinander, während die Eigenschaften der Tierseele sich auf konkrete Vorstellungen, instinktives Handeln und auf Erfahrungsverbindungen beschränken. Logik und Mathematik sind hinreichend, einen fundamentalen Unterschied zwischen der Menschen- und der Tierseele zu begründen; wenigstens haben wir nicht das geringste Wissen davon, daß Tiere logische und mathematische Geistesarbeit verrichten können; wir wissen davon so wenig, wie von bewußten Empfindungen der Pflanzen. Wenn wir beobachten, daß die Biene reguläre, sechseckige Zellen baut, so ist dies weder der Ausfluß eines mathematischen noch eines künstlerischen Wissens, sondern ererbter Instinkt, der das Tier zwingt, so, und nicht anders zu handeln. Die Bautätigkeit der Biene ist eher dem Kristallisieren eines Salzes in sechsseitigen Säulen zu vergleichen als dem künstlerischen, bezw. technischen Schaffen eines Menschen. Auch die Dressur macht kein Tier zu einem Künstler; sie macht es eher zu einem Automaten, einer Maschine, indem sie seine Instinkte benutzt, um ihm gewisse von menschlicher Intelligenz gewollte Fertigkeiten einzuprägen. Der dressierende Mensch ist hierbei der Künstler, nicht das Tier. Obgleich ich glaube, daß man die Tiere nicht als reine Automaten betrachten darf, wie die Pflanzen, sondern daß sie Seelenvermögen besitzen, durch das sie weit über das Niveau der Pflanzen emporgehoben werden, meine ich doch, daß das

geistige Vermögen des Menschen hoch über die Fähigkeiten der Tiere erhaben ist. Wohl mögen sich in der Tierseele Anklänge finden an geistige Erscheinungen, wie wir sie beim Menschen kennen; aber ihr Maß ist ein so bescheidenes, daß man den Unterschied vergleichen könnte der körperlichen Verschiedenheit zwischen einem Infusorium und einem Säugetier. Ich bin überzeugt, daß ein Tier Freiheitsdrang und Gefühl für Freiheit besitzen kann. Letzteres ist aber lediglich Lustgefühl, wie es auch ein dem Kerker entflohener Mensch empfindet; doch zum Begriffe der Freiheit als einer Vernunftidee wird keine Tierseele sich aufschwingen.





Siebentes Kapitel.

Anpassungen.

124.

Alle Tiere und Pflanzen sind so gebaut, daß sie unter den in Betracht kommenden äußeren Verhältnissen zu leben vermögen. Die Pflanze haftet mit einem reichverzweigten Wurzelsystem im Boden und entfaltet an der Luft ihre papierdünnen Blätter, weil dies ihrer Ernährung entspricht. Die Landtiere wissen ihren Körper durch Kriechen, Laufen oder Springen vorwärts zu bewegen, um ihre Nahrung zu erlangen. Die Fische schwimmen mit Flossen, die Lufttiere fliegen mit Flügeln. Diesen Zusammenhang der Organisation mit wichtigen Lebensverrichtungen, die besondere Ausgestaltung des Körpers im Dienst der Ernährung, Bewegung, Fortpflanzung usw. nennen wir Anpassung des Organismus an seine Leistungen. Der Begriff der Anpassung geht aber noch weiter. Ein Organismus reagiert auf seine Umgebung so, wie es seinen Bedürfnissen entspricht; auch dies ist eine Art der Anpassung, wenn auch häufig das Wort Selbstregulierung dafür gebraucht wird. Die erste Art der Anpassung, wir können sie passiv nennen, ist erblich überkommen. In der zweiten Form, die wir aktive Anpassung nennen können, ist die Fähigkeit zur Anpassung ererbt.

In beiden Arten der Anpassung verhält sich der Tierkörper zu seiner Umgebung wie eine vernünftig eingerichtete Maschine, die ihren Gang selbsttätig reguliert.

125.

Wir können sagen: Weil der Fisch Flossen hat, schwimmt er; weil er Augen hat, sieht er. Wir sagen aber auch: Der Fisch hat die Flossen zum Schwimmen, die Augen zum Sehen. Im ersteren Falle wird die Organisation des Fisches von uns kausal, im zweiten Falle final beurteilt; beide Urteile, beide Anschauungsweisen sind schon darum berechtigt, weil sie darauf ausgehen, das Verhalten des Fisches auf verschiedene Weise zu beschreiben, uns verständlich zu machen. Der finale Gesichtspunkt liefert eine wertvolle Ergänzung des kausalen, auch wenn es sich um Beschreibung derselben Sache handelt. Bei Beurteilung aus dem finalen Gesichtspunkt sprechen wir auch davon, daß ein ganzes Tier, eine Pflanze, oder ein Organ wie das Auge zweckmäßig eingerichtet sei. Diese Zweckmäßigkeit braucht nur eine für das Leben und die Verrichtungen des Organismus ausreichende zu sein; von einer vollkommenen Zweckmäßigkeit sollte man nicht sprechen, denn Vollkommenheit ist ein Ideal, dem sich die zweckmäßigen Anpassungen der Tiere und Pflanzen nur mehr oder weniger nähern. Die Relativität der Zweckmäßigkeit aller Organisation bei Pflanzen und Tieren und ihr vielfaches Schwanken lehrt uns das Beispiel des menschlichen Auges; neben normalen Augen gibt es kurzsichtige, weitsichtige, farbenblinde, halbblinde, und doch steht uns die Finalbeziehung des Auges als eines Instruments zum Sehen außer Zweifel. Das blindgeborene Auge ist eine tatsächlich verwirklichte untere Grenze jener Skala; die obere Grenze, das auch für die Theorie in jeder

Beziehung vollkommene Auge, wird tatsächlich niemals verwirklicht. So eröffnen uns die Organismen, besonders in ihren Anpassungen, den Ausblick in ein Reich der Zwecke; doch diese Zwecke werden immer mit kausal wirkenden Mitteln erreicht wie bei unseren Maschinen. In den Kausalbeziehungen stimmen die Organismen mit der leblosen Körperwelt und den in ihr herrschenden Gesetzen zusammen. Die finale Beurteilung ist nahezu auf die Organismen beschränkt; in der Physik und Chemie tritt sie ganz in den Hintergrund.

126.

Die passiven oder ererbten Anpassungen können äußere oder innere sein. Die äußeren Anpassungen beziehen sich auf die Umgebung des Organismus; dahin gehören die Sinnes- und Bewegungsorgane der Tiere, die Wurzeln und Blätter der Pflanzen. Innere Anpassungen zeigen sich in den Beziehungen der Körperteile zueinander. So ist das Auge als Ganzes ein der Außenwelt angepaßtes Organ; es wäre unwirksam ohne die zwischen seinen Teilen, der Hornhaut, Linse, Iris, Netzhaut usw., bestehenden inneren Anpassungen. Eine solche Beziehung der Teile aufeinander ist bei Tieren und Pflanzen sehr verbreitet. Auch in chemischen Erzeugnissen der Organismen treten finale Beziehungen hervor; so kann man z. B. alle Enzyme als Werkzeuge der Zellen zur Verrichtung wichtiger chemischer Aufgaben ansehen. Nicht bloß die Teile eines erwachsenen Organismus müssen einander angepaßt sein, sondern in der Entwicklungsgeschichte der Tiere und Pflanzen ist jede Phase eine Vorbereitung auf die nächstfolgende und darum dieser angepaßt. Das gilt schon von den Eiern und männlichen Keimzellen vor der Befruchtung. Die weiblichen Keimzellen oder Eier sind in der Regel ruhend im weiblichen

Organismus befestigt. Die männlichen Keimzellen dagegen sind beweglich und trennen sich vom männlichen Organismus, um die Befruchtung, d. h. die Verschmelzung mit den Eiern, vollziehen zu können. Sind die Eier von Flüssigkeit umgeben, so sind die männlichen Keimzellen durch peitschenförmige Anhängsel einer rudernden Bewegung angepaßt und schwimmen zu den Eiern hin. Sind weibliche und männliche Keimzellen durch Luft und Zellengewebe voneinander geschieden, wie die auf die Narbe gelangten Pollenkörner der Blütenpflanzen und ihre im Fruchtknoten verborgenen Eier, so wachsen die Pollenkörner aus zu langen Schläuchen, die mit ihren Spitzen die Eier erreichen. Bei der Befruchtung ist die Vereinigung der Kerne beider Keimzellen von besonderer Wichtigkeit. Dabei zeigt sich eine merkwürdige Anpassung. Die Kerne aller Körperzellen bei Tieren und Pflanzen enthalten eine bestimmte Zahl von Farbteilchen oder Chromosomen, z. B. die Zahl 16. Eine alleinige Ausnahme bilden die beiden Keimzellen, deren jede, was zum Teil nur durch umständliche Vorbereitungen erreicht wird, die halbe Anzahl von Chromosomen, im angenommenen Beispiel also acht enthält. Dann besitzt der Kern der befruchteten Eizelle, die als erste Körperzelle des neuen Individuums angesehen werden kann, wieder 16 Chromosomen und nicht etwa 32, was beim Unterbleiben der Halbierung der Chromosomenzahl der Fall gewesen wäre. Auf diese Weise wird vermieden, daß nicht bei jeder Zeugung die typische Zahl der Chromosomen im Zellkern sich verdoppelt, eine wichtige Anpassung des Zeugungsvorgangs an jene Zahl.

127.

Ändert sich die Umgebung einer Pflanze, gerät z. B. eine Wasserpflanze aufs Land oder eine Landpflanze ins

Wasser, so paßt die Pflanze sich den neuen Lebensbedingungen an, oder sie geht zugrunde. Solche Anpassungen können mit regelmäßig wiederkehrenden Gestaltveränderungen verbunden sein. So kennen wir beispielsweise vom Amphibien-Knöterich eine Wasserform und eine Landform, die wechselseitig auseinander hervorgehen können. In anderen Fällen sind keine auffälligen Unterschiede bei Pflanzen erkennbar, die unter verschiedenen Umständen zu gedeihen vermögen. Wir sprechen aber auch von Anpassungen, wenn wir finden, daß Landstriche von dürrem Boden und trockenem Klima eine Pflanzendecke tragen, deren oft sehr zahlreiche Arten in ihren äußeren Kennzeichen sich durchaus ähnlich verhalten. So zeigen uns z. B. die Pflanzen der neuholländischen Flora übereinstimmende Merkmale, die alle als Schutz gegen Austrocknung zu deuten sind. Wir sagen darum, die neuholländische Flora sei dem Klima des Landes angepaßt. Ein gleiches gilt natürlich von der Flora eines jeden Landes, wenn der Zusammenhang auch nicht so augenfällig ist wie in Neuholland. Unsere einheimischen laubabwerfenden Bäume z. B. mit ihren zarten Blättern gelten uns als Anpassungsformen an ein verhältnismäßig feuchtes Klima. Die Meeresalgen entnehmen ihre Nährstoffe mit der ganzen Körperoberfläche dem Wasser; bei ihnen ist Anpassung, daß sie keine Wurzeln in den Meeresboden einsenken. Die Pilze bedürfen keines Blattgrüns, weil sie sich parasitisch oder saprophytisch ernähren; die Farblosigkeit ihrer Zellen ist daher Anpassung. Diese Beispiele wären leicht um viele zu vermehren.

128.

Man kann einen Unterschied machen zwischen immerwährenden und schnell vorübergehenden Anpassungen; die

Fähigkeit zu letzteren gehört selbst schon zu den dauernden Anpassungen. Die Grenzen zwischen beiden sind nicht scharf gezogen. Die Honigabsonderung der Blumen, eine Anpassung an die Insektenhilfe bei der Bestäubung, könnte man der einen und der anderen Klasse zurechnen. Wird eine Keimpflanze horizontal hingelegt, so krümmt sie ihre Wurzelspitze in kurzer Zeit rechtwinklig nach unten, eine mittels des Schwerkraftreizes bewirkte Anpassung, um die Wurzel senkrecht in den Erdboden eindringen zu lassen. Noch schneller vollziehen sich Anpassungen bei Tieren. Wird die Aufmerksamkeit einer Maus durch das leiseste Geräusch erregt, so richtet sie die Ohrmuscheln auf, um sich keine Schallwelle entgehen zu lassen. Die Begattung wird den Männchen nur durch eine eigenartige, vorübergehende Anpassung ermöglicht. Die Erweiterung und Verengerung der Pupille bei schwächerem und stärkerem Licht ist ein ferneres Beispiel momentaner Anpassung. Von anderem Gesichtspunkte aus nennt man solche Anpassungen auch **Reflexe**. Sie werden durch einen Reiz ausgelöst und bestehen in Bewegungen, die nach Aufhebung des Reizes sich mehr oder minder rasch wieder ausgleichen. Zum Begriff des Reflexes gehört, daß er sich automatisch, ohne Mitwirkung des Bewußtseins, vollzieht. Der Bahnsteigkarten spendende Automat kann als Modell eines Reflexmechanismus bei Tieren und Pflanzen gelten.

129.

Bei den Tieren kommen zu den reflektorischen Anpassungen psychische hinzu, in denen Vorstellungsbilder auf der Bühne des Bewußtseins erscheinen und Willensakte in Tätigkeit treten; die Bewegungen werden dadurch zu Handlungen. Die psychischen Anpassungswunder pflegen

uns noch mehr in Erstaunen zu setzen als die reflektorischen. Ein Beispiel für den Unterschied zwischen psychischer und rein mechanischer Anpassung gibt sich zu erkennen in den Vorbereitungen der Befruchtung bei Pflanzen und Tieren, die wir dort Bestäubung, hier Begattung nennen; die Befruchtung selbst besteht in der Vereinigung der Spermazelle mit dem Ei. Die Bestäubung zwischen verschiedenen Individuen der gleichen Pflanzenart wird bedingt durch eine Reihe mechanischer Vorrichtungen: Bau der Blüten, Beschaffenheit der Pollenkörner, Wind, Insektenflug usw. Zur Begattung werden die Tiere beiderlei Geschlechts getrieben durch die Brunst, die auf sinnlicher Erregung beruht, bei der aber zweifellos bewußte Vorstellungsbilder sich geltend machen, die bei zahlreichen Tieren zur Paarung, d. h. zur Wahl eines einzelnen Gefährten des anderen Geschlechts führen. Nennen wir Brunst und Paarung Instinkte, so bezeichnen wir damit nur eine Seite der Sache, nämlich ihre Erblichkeit. Es sind dann aber Instinkte, bei deren Ausübung auch Bewußtseinsvorgänge in Betracht kommen. Daß bewußte Vorstellungen beim Nestbau mitwirken, ist nicht unwahrscheinlich; daß sie bei der Brutpflege, d. h. der Neigung und Fürsorge der Eltern für die Jungen, sich geltend machen, halte ich für sicher. In das Gebiet der Anpassungen gehören alle jene Erscheinungen; denn die Sinne wie das Bewußtsein dienen dem Tiere dazu, sich in der Natur zurechtzufinden. Die Dinge erscheinen ihnen, wie es für ihre Orientierung in der Umgebung genügt, sie sind ausreichend angepaßt für den Zweck der Selbsterhaltung und der Erhaltung ihres Geschlechts. Alle psychischen Funktionen des Tieres stehen im Dienste dieses Zweckes. Das Handeln auf Grund eines Entschlusses ist eine momentane psychische Anpassung des Tieres an äußere Einwirkungen,

die gewöhnlich in der mechanischen Anpassung von Muskel-Zusammenziehungen wirksam werden; solche Handlungen können sich mit vollem Bewußtsein des Tieres vollziehen, bei weitgehender Übung können sie sich bis zur Unbewußtheit mechanisieren. So wird die Seele des Tieres ein Organ gleich Hand oder Fuß, wie schon Lucrez gesagt hat, und alle psychischen Funktionen, darunter Gedächtnis und Raumanschauung, sind Anpassungen zur Erhaltung des Lebens. Es gibt aber auch passive psychische Anpassungen; der Schreck ist eine solche instinktive Anpassung der Tiere an Gefahr, er dient zur Warnung.

130.

Wenn wir sehen, daß Tiere und Pflanzen die Fähigkeit besitzen, sich auf Reize durch Anpassungen einzustellen, wie eine Magnetnadel auf den Nordpol, und wenn wir im dauernden Angepaßtsein des Tierkörpers und der Pflanze an ihre Umgebung ein befestigtes Anpassungsverhältnis erblicken, so vermag die Erfahrung nur einen Grund für solche Anpassungen anzugeben, die Erblichkeit. Es ist schlechterdings keine andere Kausalbestimmung des Angepaßtseins zu finden, als daß es von den Vorfahren auf die Nachkommen vererbt wurde; dadurch ist es etwas in der Natur Gegebenes. Auf Hypothesen einer kausalen Beurteilung der Anpassungserscheinungen soll hier nicht eingegangen werden. Es dünkt mich wahrscheinlich, daß auch ein Tierverstand ursachloses, d. h. von anderem unabhängiges Geschehen nicht vorzustellen vermag; dafür spricht mir die Erregung der Aufmerksamkeit des Tieres durch ein Geräusch, einen Geruch, einen Reiz des Auges; das Tier erwartet, daß diesen Sinnesreizen eine Ursache zugrunde liegt, es erwartet, diese Ursache bald deutlicher zu erkennen. Ich

zweifle nicht daran, daß die Aufmerksamkeit ein ererbter Instinkt ist, und daß die Kausalempfindungen des Tieres wie seine Raumempfindungen nahezu bis zur Unbewußtheit mechanisiert sind; doch völlig unbewußt dürften sie so wenig sein, wie unsere eigenen Kausal- und Raumempfindungen, und mehr oder weniger deutliche Vorstellungsbilder, mögen sie auch nur aus dem Gedächtnisse erwachen, spielen mit hinein. Die Fähigkeit zum Handeln auf Grund von Sinneseindrücken hat das Tier ererbt als Anpassung; damit ist unser Kausalurteil erschöpft, soweit es auf Erfahrung beruht. Unser teleologisches Urteil geht weiter, indem es erklärt: Alle Anpassungen, die dauernden wie die vorübergehenden, die körperlichen wie die psychischen, stehen im Dienste der Selbsterhaltung und der Erhaltung der Art.

131.

Das Denkvermögen und die übrigen geistigen Eigenschaften des Menschen bilden den Höhepunkt unter den Erscheinungen des Lebendigen an der Erdoberfläche. Nicht nur die Teile des menschlichen Körpers sind besonderen Verrichtungen angepaßt und wirken damit erhaltungsmäßig, sondern ein gleiches gilt auch von seinen geistigen Fähigkeiten. Auch sie sind Werkzeuge, die im Dienste der Erhaltung des Individuums und der Art wirken. Auch die Denknormen und Denkgesetze des Menschen sind nicht weniger Anpassungen an die Lebensaufgaben des Menschen, als die Instinkte der Tiere an die ihrigen. Ohne die Anpassung der sogenannten kategorialen Funktionen unseres Geistes, wie Raum, Zeit, Kausalität usw., an unsere Daseinsbedingungen vermöchten wir nicht zu existieren. Die Kategorien und das Denkvermögen sind die den menschlichen Bedürfnissen und der Außenwelt angepaßten, inneren Sinnes-

organe des Geistes. Wie jemand musikalisch sein muß, um Beethoven, und nicht farbenblind sein darf, um Tizian und Böcklin zu genießen, so bedürfen wir der Kategorien unseres Verstandes, um uns in der Welt und im Leben zurechtfinden zu können. Die Kategorien sind ererbte, geistige Instinkte; wir können nicht anders denken, als in dem durch sie vorgezeichneten Schema. Wir könnten keine Erfahrung durch denkende Verknüpfung von Empfindungen machen, wenn nicht in unserm Innern die Kategorie der Kausalität den Anlaß solcher Verknüpfung bildete und uns als Anpassung gegeben wäre, wie das Auge dem Sehen, das Ohr dem Hören angepaßt ist. Unser Verstand kann nur dadurch etwas lernen, weil er für das Lernen eingerichtet, weil er der Aufgabe des Lernens angepaßt ist.

132.

Die geistigen Kräfte und Fähigkeiten sind gebunden an ein materielles Substrat, das Zentralnervensystem. Es beherrscht und reguliert in Teilen des Gehirns und im Rückenmark mehr oder weniger alle wichtigeren Funktionen unseres Körpers, während als spezieller Sitz der Denktätigkeit die Großhirnrinde gilt. Ihre Anpassung besteht darin, Träger der höheren seelischen Funktionen zu sein; hier ist die Stelle, wo Leib und Seele miteinander in Verbindung stehen, miteinander arbeiten. Die Anpassung des Gehirns an die Geistesfunktionen, z. B. an das logische Denken, haben wir uns als außerordentlich weitgehend vorzustellen. Stutzen wir einem Vogel die Schwingen ein wenig, oder schneiden wir ein kleines Stück aus den Flossen eines Fisches heraus, die Tiere können immer noch fliegen und schwimmen, wenn auch weniger vollkommen. Eine geringfügige, kaum nachweisbare Zerstörung von Teilen der Großhirnrinde kann das logische Denken auf das Schwerste be-

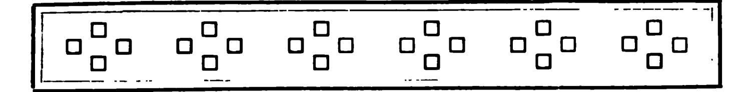
einträchtigen. Dennoch haben wir nicht die geringste Vorstellung davon, in welcher Weise das Denken von Vorgängen in den Gehirnzellen abhängt; nicht einmal von ferne schauen wir die Möglichkeit, dies jemals erfahren zu können. Wir stehen hier vor einem der größten Rätsel, die der Schoß der Natur in sich birgt. An dieser Stelle versagt jede Hypothese. Es bleibt uns nichts übrig, als zu bekennen: Über den Zusammenhang von Leib und Seele wissen wir gar nichts und können uns auch gar kein Bild davon machen. Doch wenn uns von diesen Zusammenhängen auch jede Anschauung fehlt, so lassen sie sich doch begrifflich als Anpassungen deuten. Auch über den regulatorischen Einfluß des Gehirns und Rückenmarks auf die Körperteile wissen wir nicht viel mehr als die Tatsache selbst. Wir wissen, daß die Zellen des Zentralapparates durch Nervenfäden mit den Sinnesorganen, den Muskeln, den Drüsen usw. in Verbindung stehen, und man hat jene Fäden mit Telegraphendrähten verglichen. Das ist aber nur ein Gleichnis, wenn auch ein sinnreiches. In den Sinnesorganen wirken Reize auf die Nervenspitzen ein; die Reize werden fortgeleitet zum Zentralorgan und von hier aus auf anderen Nervenbahnen den Muskeln zugesandt, um deren Zusammenziehung oder Geradestreckung auszulösen. Wenn vor dem Jäger ein Feldhuhn auffliegt, fährt unmittelbar nach dem Gesichtseindrucke der Gewehrkolben an seine Backe. Eine solche Tatsache können wir in zahlreichen einzelnen Phasen verfolgen und studieren; über den dabei stattfindenden Gehirnprozeß wissen wir aber auch so gut wie gar nichts. Nur daran können wir nicht zweifeln, daß eine ganze Kette innerer Anpassungen im Nervensystem gegeben sein muß, um den Vorgang zur Ausführung zu bringen.

Die Entwicklung des Menschengeistes beginnt mit der Entwicklung des Körpers aus der Keimzelle, die durch Ver-

einigung der männlichen Samenzelle mit der Eizelle entsteht. Die erbliche Übertragung geistiger Eigenschaften, der Intelligenz, des Temperaments, des Charakters, von Menschen auf ihre Kinder und durch eine Reihe von Generationen hindurch scheint mir durch Tatsachen erhärtet zu sein. Wie diese geistigen Anlagen an den körperlichen haften können, ist so rätselhaft wie der Zusammenhang des fertigen Geistes mit dem Hirn. Allein ich zweifle nicht daran, daß geistige Eigenschaften der Eltern so gut in die Keimzellen eingehen wie körperliche und in den Kindern von neuem zur Entfaltung gelangen. Es gibt kein größres Wunder als den Zusammenhang des Geistes mit dem lebenden Körper des Menschen auf allen Stufen seiner Entwicklung.

133.

Kehren wir von den höchsten bekannten Organisationsstufen, dem großhirnbegabten Säugetier und dem Menschen, zur einfachen Zelle zurück, die ja auch als freilebender Organismus vorkommen kann, so deutet manches darauf hin, daß in ihrer Einrichtung sich eine gewisse Analogie zeigt zur Einrichtung des Säugetierkörpers. Der überaus kompliziert gebaute Zellkern scheint auf die verschiedensten Verrichtungen des Zellenlebens einen regulierenden Einfluß auszuüben; er scheint also ein Zentralorgan der Zelle darzustellen. Daß bei der Zeugung der Kern Träger der Vererbung ist, widerspricht dem nicht. Wie weit die Analogie zwischen Gehirn und Tierkörper einerseits, zwischen Zellkern und Zellenleib andrerseits gehen mag, bleibt künftiger Forschung vorbehalten. Daran aber ist nicht zu zweifeln, daß in einer Zelle, wenn sie lebensfähig sein soll, die einzelnen Teile so aneinander angepaßt sein müssen, wie im komplizierten Tierkörper.



Achtes Kapitel.

Zum Problem des Lebens.

134.

Stoffwechsel, Vererbung, Instinkt, Vernunft sind die vier großen Grundprinzipien der organischen Natur; durch sie unterscheiden sich die Organismen von den Gesteinen und den sonstigen leblosen Dingen. Der Vererbung liegt das Naturgesetz zugrunde, daß Lebendes nur aus Lebendem geboren wird; sie hat eine besondere Entwicklung der Pflanzen und Tiere zur Folge, die zwar das physikalisch-chemische Geschehen in ihren Dienst stellt, durch eine eigenartige Ordnung und Leitung der mechanischen Prozesse aber zu etwas Besonderem wird, so daß jeder einzelne Entwicklungsschritt eine Anpassung an die Aufgabe darstellt, das Leben zu erhalten. Die Harmonie der Teile bringt immer eine Ungleichheit mit sich, was einen fundamentalen Unterschied von den Kristallen bedeutet; diese harmonische Ungleichartigkeit der Teile wird Vorbedingung der maschinellen Leistungen des Organismus, in denen das Leben sich äußert. Alle Teilstücke erscheinen im Laufe der Entwicklung final aufeinander bezogen; dadurch unterscheidet sich die Entwicklung einer Pflanze und eines Tiers fundamental von der Entwicklung eines Wolkengebildes, eines Gebirges, einer

Landzunge usw., deren Teile als harmonisch zusammen arbeitende Werkzeuge nicht angesehen werden können. Die Organismen nehmen fremde Stoffe in sich auf und verwandeln sie auf chemischem Wege in die eigene Leibessubstanz; sie unterhalten den Lebensbetrieb energetisch durch Zerstörung eines Teils dieser assimilierten Stoffe und scheiden nutzlos gewordene Zersetzungsprodukte wieder aus. Sie durchlaufen hierbei eine Umbildung der Gestalt, die bei der Pflanze vom Samenkorn durch Blüte und Frucht zu einem neuen Samenkorn hinführt, und in der Erzeugung von Keimen, auf die sich die elterlichen Eigenschaften vererben, gelangt die Entwicklung zum Abschluß. Dazu kommen bei Pflanzen und besonders bei den Tieren die mannigfachsten Bewegungen, durch welche die Organismen auf ihre Umgebung reagieren. In allen diesen Erscheinungen erblicken wir ein Ziel: die Erhaltung des Individuums und der Art.

135.

Jede kurze Definition vom Leben ist bislang gescheitert. Wir können den Begriff des Lebens nur durch Anschauung erfassen. In diesem Sinne ist das, was wir Leben nennen, eine Idee, wie auch Seele, Vernunft, Natur usw. menschliche Ideen sind. Wir können aber weiter gehen und sagen, daß uns Leben nur bekannt und nur vorstellbar ist, wenn es getragen wird von jenem eigentümlichen Gemenge von Kohlenstoffverbindungen, das wir Protoplasma nennen. Töten wir dies Protoplasma, so ist es mit dem Leben zu Ende, und nunmehr erscheint uns das Leben in seinem Gegensatz zum Unbelebten und zum Toten. Analysieren wir die Lebensvorgänge, so stoßen wir im einzelnen immer auf Stoffbewegungen und auf elementare Mechanismen; diese Erfahrung hat zu der Meinung verleitet, daß das

Leben nur ein verwickelter Spezialfall anorganischen Geschehens sei. Legen wir den Accent dagegen auf die staunenswerten Verbindungen jener elementaren Mechanismen untereinander, wie sie im Lebensprozeß uns entgegentreten, so sind wir geneigt, in der Kombination jener Elementarprozesse etwas Eigenartiges, von der rohen, toten Materie, mit der der Chemiker arbeitet, himmelweit Verschiedenes zu erblicken. Die Selbstgestaltung der Stoffe in Tieren und Pflanzen durch Entwicklung bezeichnet den Höhepunkt dieses Gegensatzes, während die Gestalt für das Leben kein entscheidendes Merkmal darbietet. Ein ausgestopfter Tiger ist so gut Gestalt wie ein lebendiger, und Kristalle machen nicht weniger Anspruch darauf, gestaltet zu sein, wie einfache, kugelige Zellen.

136.

Aus jenen beiden verschiedenen Gesichtspunkten ergibt sich das Problem vom Wesen des Lebens, über das soviel gestritten wird. Die einen, sie nennen sich Mechanisten, betonen, daß man bei jeder Analyse eines lebendigen Organismus immer nur auf chemische und physikalische Elementarprozesse treffe, und daß darum das Leben restlos in ihnen aufgehen müsse. Die andern, man nennt sie Vitalisten, legen den Nachdruck darauf, daß jene Elementarvorgänge kein Leben bilden könnten, wenn sie nicht durch Klammern zusammengehalten würden in bestimmter räumlicher Ordnung und zeitlicher Folge, und diese Klammern, die sie als „Lebenskraft" bezeichnen, seien am Leben das wesentliche, durch das es weit über die anorganische Natur mit ihrem lediglich chemisch-physikalischen Geschehen hinausgehoben werde. Zur Frage steht, welche der beiden Anschauungsweisen die richtige ist, oder ob nicht beide, vereint angewendet, erst das richtige treffen. Denn die Betrachtungsweise der

Mechanisten ist analytisch, die der Vitalisten synthetisch; beide Methoden vereint dürften indes erst als Mittel in Betracht kommen, ein wissenschaftlich brauchbares Naturbild zu schaffen.

137.

Ein ähnlicher Zwiespalt der Gesichtspunkte führt dahin, daß die einen Tiere und Pflanzen für Maschinen erklären, während die andern mit allem Nachdruck ausrufen, das sei ein falscher Vergleich, die Organismen seien keine Maschinen. In Wahrheit liegt die Sache so, daß jedes dieser Urteile ein einseitiges und darum unvollständiges ist; denn beide beruhen auf einer Abstraktion. Die Maschinentheoretiker sehen davon ab, daß z. B. der menschliche Körper mit seinen zahllosen maschinellen Einrichtungen durch einen Vorgang der Selbstgestaltung sich aus dem Ei entwickelt hat, und daß dies Ei von einem andern menschlichen Körper gebildet wurde. Auf solche Weise entsteht keine Maschine. Die Gegner der Maschinentheorie der Organismen sind aber noch leichter zurückzuweisen. Denn welche Teile unseres Körpers, man denke nur an Auge, Ohr, Gelenke, Muskeln, Herz, Darm usw., wären nicht als Maschinen, bzw. als Maschinenteile anzusehen! Allerdings muß der Begriff der Maschine beim Organismus etwas weiter gefaßt werden, als im gewöhnlichen Sprachgebrauch, denn im Organismus wirken nicht nur harte Stücke mechanisch zusammen, wie in einer Taschenuhr, sondern die meisten Elementarmaschinen sind chemischer Natur. Man hat die Zellen sogar als Flüssigkeitsmaschinen bezeichnet. Der ganze Pflanzen- und Tierkörper kann daher auch einem reichgegliederten chemischen Laboratorium verglichen werden. Den Begriff der Maschine auf das unter unsern Augen arbeitende komplizierte Laboratorium eines Tierkörpers auszudehnen,

ist um so mehr gerechtfertigt, als hier keine Menschenhände und menschliche Intelligenzen tätig sind, die in den Betrieb eines chemischen oder technischen Laboratoriums notwendig hineingehören. Die Tiere und Pflanzen sind also daher zugleich Maschinen und Nichtmaschinen, je nach dem Standpunkte, von dem aus wir sie betrachten; sofern sie uns als Maschinen gelten, kommen in ihnen überwiegend chemische Vorgänge, in der Minderheit mechanische in Betracht.

138.

Die Maschinentheorie der Organismen ist also ein Schema für unsere Betrachtung. Wir wollen sie zunächst ausschließlich anwenden, wenn die Analogie auch nur eine teilweise ist. Der Sinn der Maschinenstruktur eines Organismus besteht darin, daß das Leben auf Bewegungen beruht, die zu ihrem Betriebe eine Zufuhr von Energie erfordern, welche durch die Gestaltung der Teile zu ganz bestimmten Verrichtungen gezwungen wird. Hierbei ist jedem Teile seine Einzelleistung vorgezeichnet, so der Lunge, dem Herzen, den Kapillargefäßen, den Nieren usw.; im harmonischen Zusammenstimmen aller Teile ergibt sich eine Gesamtleistung, die von der Konfiguration des Ganzen abhängt. Auch in dieser Beziehung verhält sich der Organismus wie eine Maschine. Das Verhältnis der Teile zueinander und ihre gemeinsame Arbeit kann in beiden Fällen als eine automatische gedacht werden. Es kommt aber in Betracht, daß die Komplikation eines künstlichen Automaten, also einer wirklichen Maschine, nur bis zu einem gewissen Grade getrieben werden kann. Ein automatisches Kriegsschiff z. B. ist unmöglich; es erfordert für seine Aktion die Seelentätigkeit des Kommandanten, des Steuermanns, der Heizer usw. Eine chemische Fabrik ist zum Stillstande ver-

urteilt, wenn ich die geistige Tätigkeit von Chemikern und von Arbeitern ausschalte. Nicht zu bezweifeln ist aber, daß der Säugetierkörper an Kompliziertheit jedes Kriegsschiff und jede chemische Fabrik weit hinter sich läßt. Kann er da noch für einen Automaten gelten? Für diese Frage verdient Beachtung das Vorhandensein eines zentralen Regulators aller Körperfunktionen in Gehirn und Rückenmark. Wollen wir diesem Regulator rein automatisches Wirken zuschreiben, wie z. B. dem Sicherheitsventil an einer Dampfmaschine, so wird ein solcher Tierkörper sich den Automaten einreihen können. Wo der Körperbau nicht so verwickelt ist, wie bei den Pflanzen, fehlt das regulierende Zentralorgan. Ziehen wir den Elementarorganismus, d. h. die einzelne Zelle, in Betracht, so haben wir im Zellkern allerdings auch ein mutmaßliches Zentralorgan.

139.

Die einzelne Zelle ist eine chemische Maschine im oben erläuterten Sinne des Wortes, d. h. sie ist analog einer chemischen Fabrik, in der keine sichtbaren Chemiker mitspielen. Der Mechanismus des Protoplasma ist insofern ein chemischer, als in jeder Zelle notwendig zahlreiche chemische Vorgänge ablaufen müssen, um das Leben darin zu erhalten. Diese Vorgänge sind oft ganz entgegengesetzter Art; Vereinigungen und Zersetzungen, Oxydationen und Sauerstoffabspaltung laufen nebeneinander her. In der Fabrik und im Laboratorium ist das nur zu machen, wenn man für jeden Einzelvorgang einen eigenen Topf bereit hat. Im Protoplasma der Zellen vermag das Mikroskop solche Töpfe nur in einzelnen Fällen zu unterscheiden, z. B. die grünen Farbkörper der Pflanzenzellen, in denen durch das Licht die Kohlensäure zersetzt wird. Für die große

Mehrzahl der chemischen Vorgänge ist eine Lokalisation im Protoplasma nicht nachweisbar; es sei denn, daß die gewöhnlich erkennbare Schaumstruktur desselben, die uns die Zerklüftung des Protoplasma in zahlreiche durch weiche, kolloidale Wände voneinander geschiedene Kammern zeigt, eine Andeutung wäre für die Isolierung verschiedener chemischer Vorgänge in besondere Töpfe. Wie dem auch sein mag, soviel steht fest, daß ein geordneter Ablauf zahlreicher chemischer Reaktionen dicht nebeneinander in einer Fabrik nur denkbar ist, wenn jeder Topf von einem intelligenten Arbeiter bedient wird. In der Pflanzen- und Tierzelle indessen sind keine automatischen Einrichtungen erkennbar, die jener intelligenten Leitung entsprächen. Wir können sie als unsichtbare Selbstregulationen hinzudenken.

140.

Eine Maschine, sei es eine mechanische oder eine chemische, leistet nur etwas im Zustande der Bewegung. Diese Bewegung besteht in der Verrichtung mechanischer Arbeit und erfordert darum die Zufuhr von Energie. Die Energie vermag aber nur dann Wirksames zu leisten, wenn ihre Arbeit gelenkt und geleitet wird durch eine Struktur, deren Wirksamkeit als kausaler Faktor zur Arbeit hinzutritt. Das Beispiel der Wasser-, Wind- und Dampfmühle ist hier schlagend. Die von der Struktur ausgehenden Einflüsse, sofern sie nicht selbst Energie sind, sondern der Energie nur die Richtung vorschreiben, kann man Systembedingungen nennen; sofern man ihre Wirksamkeit accentuiert, auch Systemkräfte. Die Systembedingungen bilden in jeder arbeitenden Maschine eine Macht, der die Betriebsenergie sich unterordnen muß, eine Macht, die aus der mechanischen Verknüpfung der Teile sich ergibt. In den großen ana-

tomischen Organen des Tierkörpers treten die Systembedingungen auf das deutlichste hervor. Wenn wir von ihren Einzelheiten absehen, geben sie uns Anlaß zu einer allgemeinen Idee, und diese Idee übertragen wir dann auch, nicht ohne Berechtigung, auf einfachere Organismen, in denen wir die Maschinenbedingungen im einzelnen nicht unmittelbar zu sehen vermögen. Dies ist der Fall bei der Tier- und Pflanzenzelle. Wir nehmen an, daß ihren zahlreichen chemischen Verrichtungen besondere Systembedingungen entsprechen; doch nur in verhältnismäßig wenigen Fällen sind diese erkennbar. Die Zersetzung der Kohlensäure am Licht ist auf grüne Pflanzenzellen beschränkt; für diesen Vorgang liefert das Licht die Betriebsenergie, zu der die in den grünen Farbkörpern gelegenen Systembedingungen hinzutreten müssen, damit die Umwandlung der Kohlensäure in Zucker geschieht. Man kann soweit gehen zu sagen, daß wichtige Systembedingungen chemischer Einzelvorgänge in den Enzymen entdeckt worden sind. Die Systembedingungen freilich, durch welche die Enzyme erzeugt werden, sind uns unbekannt. Auch die Systembedingung, die zur Ausscheidung von Zellulose aus dem Protoplasma bei Bildung der vegetabilischen Zellhaut führt, kennen wir nicht, obgleich dieser Prozeß überaus verbreitet ist; nur hypothetisch können wir sie einem bisher nicht unterscheidbaren Enzyme zuschreiben. Hypothetisch können wir auch für einzelne Gestaltungsvorgänge unbekannte Enzyme verantwortlich machen. In den europäischen Meeren wächst eine riesige Alge, die Laminaria digitata, mit handförmig zerteiltem Laube. Dies Laub ist anfangs ungeteilt; später spaltet es sich in riemenförmige Abschnitte, was dadurch zustande kommt, daß schmale Längsstreifen des Laubes ihre Zellen verflüssigen. Diese Verflüssigung bestimmter Zell-

schichten wird am leichtesten verständlich, wenn wir sie einem unbekannten Enzym auf Rechnung setzen. Warum ein solches Enzym nur einzelne Zellenstreifen ergreift, bleibt dabei in völliges Dunkel gehüllt. Weder die Elemente des Protoplasma noch deren Verbindungen sind chemisch verschieden von denen der leblosen Natur; darum ist das Leben aber noch lange kein chemisches Problem.

141.

In den Systembedingungen aller Maschinen gelangen Finalbeziehungen zum Ausdruck, sowohl in den einzelnen Teilen wie in deren Vereinigung. Wir finden in einer von Menschen konstruierten Maschine zahlreiche untergeordnete Zweckgedanken und einen allgemeinen Zweckgedanken verkörpert, der die Einzelzwecke zu einem harmonischen Kunstwerk verbindet. Analog ist die teleologische Beurteilung anwendbar auf Organismen, deren elementare Bestandteile und die an ihnen sich abspielenden Elementarprozesse ohne streng innegehaltene Finalbeziehung aufeinander einen chaotischen Wirrwarr ergeben würden, und nicht jenen harmonischen Mikrokosmos, der uns in jedem Organismus, vom Säugetier bis zur Pflanzenzelle hinab, entgegentritt. Auch diese Finalbeziehungen der Teile aufeinander bei den lebendigen Wesen sind vereinbar mit einer Maschinentheorie der Organismen.

142.

Wechseln wir den Standpunkt, betrachten wir die Organisation von der Kehrseite, so versagt das Schema des Mechanismus; auch wenn wir an ihm festhalten als an einer obersten Maxime biologischer Forschung, findet seine Anwendbarkeit doch ein Ende, wollen wir nicht aus dem Bereiche der Erfahrung hinaustreten und uns den Wogen

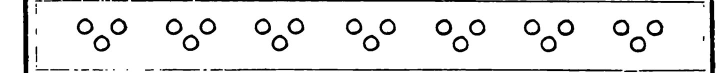
einer unbeschränkten Spekulation überlassen. Es ist die Selbstgestaltung und Selbsterhaltung der Organismen, in denen uns das Leben ein übermechanisches Aussehen zeigt. Nicht einmal durch eine Analogie läßt sich die mechanistische Hypothese für die Entwicklung eines Organismus annehmbar machen. Es gibt keine Maschine, und sie ist für die kühnste Phantasie auch nicht ausdenkbar, die ein Ei legte, aus dem in schrittweiser Differenzierung die Teile einer neuen Maschine in harmonischem Zusammenhang hervorwüchsen, wie das bei einem Hühnchen der Fall ist. Diese Entwicklung ist auch unmöglich ein chemisches Problem; denn bei der Bebrütung des Hühnereis wird die gegebene Dottermasse nicht bloß chemisch verändert, sie wird auch gestaltet unter dem Einfluß von Kräften, die von der befruchteten Eizelle selbst ausgehen. Obgleich der fertige Organismus sich in vielen Stücken wie eine Maschine verhält, so ist seine Entwicklung doch ebensowenig mechanisch wie chemisch zu begreifen. Es wäre in der Tat mehr als gewagt, behaupten zu wollen, daß die Kräfte, welche die Absonderung von Keimzellen aus einem Organismus veranlassen und jene Keimzellen zwingen, sich zu einem Hühnchen oder zu einer Lilie zu entwickeln, identisch wären mit Kräften, die auch in der anorganischen Natur vorkommen. Solche Behauptung bleibt solange wertlos, als nicht bewiesen wird, daß Wirkungen, wie wir sie in der Entwicklung eines Tiers, einer Pflanze vor Augen sehen, den in der anorganischen Natur waltenden Kräften mit irgendeiner Berechtigung zugeschrieben werden können. Wenn Kant in der Kritik der reinen Vernunft mit Recht sagt: „Keine Kraft der Natur kann von selbst von ihren eigenen Gesetzen abweichen", so läßt sich diesem Satze mit gleichem Rechte der andere gegenüberstellen: Man darf von

keiner Kraft eine Wirkung erwarten, die sie erfahrungsgemäß nicht zu leisten vermag.

143.

Fortpflanzung, Selbstgestaltung, Entwicklung gehören zum Wesen des Organismus und lassen sich durch Analogie zu einem maschinellen Geschehen nicht erklären. Die Erblichkeit arbeitet nur insofern mit maschinenmäßiger Sicherheit, als jeder Organismus in der Fortpflanzung seinesgleichen hervorbringt. Die geringfügigen Verschiedenheiten zwischen Kindern und Eltern wiederholen sich auch in den Erzeugnissen einer Maschine.

Unter allen Vorgängen der Fortpflanzung ist die Teilung einer Zelle in zwei gleiche Tochterzellen der einfachste. Daß jede Tochterzelle zur Größe der Mutterzelle heranwächst, ist der einfachste Fall von Entwicklung, die bei den komplizierteren Organismen einen mannigfachen Formwechsel durchlaufen kann. Das Teilungsvermögen der Zellen ist ihnen erblich gegeben. Die Teilung selbst ist ein Vorgang, der jeder mechanischen Erklärung spottet; daß sich diese Selbstteilung durch mechanische Mittel, also durch Energie und Systembedingungen verwirklicht, ist nicht zu bezweifeln; es fehlt uns indes schlechterdings jede Einsicht in diese mechanischen Mittel und ihr Ineinandergreifen. Schon durch die Fähigkeit der Selbstteilung unterscheidet sich die Zelle von jedem Kristall; diesen kann man zerschlagen in Kristalle der gleichen Art, doch nie teilt er sich in solche durch Kräfte, die ihm selbst und ihm allein innewohnen.



Neuntes Kapitel.

Entwicklung.

144.

Im befruchteten Ei und im daraus hervorgehenden Embryo zeigt sich eine regelmäßig fortschreitende Vorbereitung des fertigen, d. h. fortpflanzungsfähigen Organismus. Der Gang dieser Vorbereitung, d. h. die Entwicklung des Embryo bis zur abschließenden Gestalt, ist ursächlich bestimmt durch die Gestalt der Eltern, von denen die Keimzellen hervorgebracht sind. Diese Gestalt ist die Ursache des Werdens einer neuen Gestalt, die ihr gleicht, und die ihrerseits wiederum durch Fortpflanzung, Vererbung, Entwicklung eine Gestalt von gleicher Beschaffenheit hervorbringt. So sind die organischen Einzelwesen Glieder einer Reihe, die durch das Band der Fortpflanzung und Erblichkeit miteinander verknüpft sind. Eine falsche Auffassung aber ist es, wenn man die Vererbung als eine Kraft ansieht, die etwas bewirken könne, die Entwicklung des neuen Individuums hervorbringe. Die Vererbung ist keine Naturkraft, sondern ein Naturgesetz, der gesetzmäßige Ablauf von Erscheinungen, die durch Kräfte hervorgebracht werden, die jedem fortpflanzungsfähigen Organismus innewohnen, und welche die Eizelle derart beeinflussen, daß sie

zu einem neuen Einzelwesen der gleichen Art sich entwickelt. Die schrittweise Differenzierung der Teile im Embryo, die Entstehung seiner anatomischen und morphologischen Mannigfaltigkeiten aus der einfachen Zelle des befruchteten Eies, die hierfür erforderliche Bereitung und Dislokation der Stoffe bilden ein so kompliziertes Problem, daß die Wissenschaft vom Mechanismus dieser Vorgänge erst sehr wenig zu entziffern vermochte; meistens hat es bei einer Beschreibung des äußeren Gestaltwechsels sein Bewenden, und bestenfalls gelingt es, die hierbei sich geltend machenden äußeren Einflüsse festzustellen. Denn wie schon die Notwendigkeit der Brutwärme für die Entwicklung des Vogeleis zeigt, kommen neben dem erblichen Zwange äußerliche Einflüsse für die Entwicklung in Betracht.

145.

Das Leben des Organismus besteht in verwickelten Bewegungen, und diese sind der Ausdruck mannigfaltiger Arbeitsleistungen. Die besondere Art der letzteren ist gegeben in der Betriebsenergie und der Konfiguration des Systems; diese setzt sich zusammen aus den einzelnen Systembedingungen. Die Energie ist nicht erblich, sie tritt von außen in den Organismus hinein; wäre es anders, so wäre der Organismus ein Perpetuum mobile, d. h. ein Ding der Unmöglichkeit. Die Systembedingungen vererben sich bei den Tieren und Pflanzen. Sie werden aufgebaut in der Entwicklung, und hierfür sind besondere Kräfte erforderlich, die gleichfalls vererbt werden, und die nichtenergetischer Art sind; ich habe sie D o m i n a n t e n genannt. Für den Organismus als arbeitendes und sich entwickelndes Wesen kommen somit vier fundamentale Begriffe in Betracht: der Stoff; die Energie; die Systembedingungen oder Systemkräfte und die Dominanten.

146.

Die Analyse der Organisation und des Lebens führt mit Notwendigkeit auf ein formbildendes Prinzip, das mit dem Stoffe sowie mit den physikalischen und chemischen Kräften so schaltet und waltet, daß die daraus hervorgehenden Systembedingungen des Organismus immer am rechten Ort und zur rechten Zeit auftreten. Für diese gestaltenden Einflüsse nicht weiter analysierbarer Art habe ich das Wort Dominanten geprägt, einen symbolischen Ausdruck, den man allenfalls auch durch das Wort Gestaltungskräfte wiedergeben könnte. Ich spreche von Dominanten im Plural, weil die Dominanten im Organismus als eine große Schar über- und untergeordneter Kräfte tätig sind. So können wir sprechen von den Dominanten, denen das Auge, das Ohr, die Nase, die Lunge, der Magen usw. ihre Gestaltung verdanken. Die Dominante des Auges umfaßt wiederum die Dominanten der Hornhaut, der Iris, der Linse, des Glaskörpers, der Netzhaut usw.; die Dominante der Netzhaut umfaßt noch eine Schar von Dominanten, die für die Bildung ihrer einzelnen Bestandteile verantwortlich zu machen sind; es sind alles ererbte Impulse, durch die das Protoplasma gezwungen wird, bestimmte Gestalt anzunehmen. Wir können schließlich auch von einer Generaldominante des ganzen Tier- und Pflanzenkörpers sprechen als eines allgemeinen Begriffes, der die sämtlichen Spezialdominanten höheren und niederen Grades umfaßt. In diesem Sinne stimmt das Wort Dominante mit dem auf Blumenbach zurückzuführenden Worte „Bildungstrieb" überein.

147.

Die Dominanten sind etwas „Unbekanntes-Gesetzliches", um mit Goethe zu sprechen; sie sind Begriffe, die aus an-

geschauten Tatsachen abstrahiert werden; sie sind ein technischer Ausdruck, durch den ich ein eigenartiges, gesetzmäßiges Geschehen hervorheben will. Das Wort Dominante bezeichnet etwas Wirksames oder der Wirkung Fähiges, also eine Kraft. Definieren wir mit Heinrich Hertz die Kraft als das gedachte Mittelglied zwischen zwei Bewegungen, so sind die Dominanten das gedachte Mittelglied zwischen zwei Entwicklungsphasen von Organismen oder deren Teilen. Die Dominanten sind also symbolische Zeichen für die leitenden Prinzipien der Selbstgestaltung des Organismus, für Kräfte, die beim Aufbau von Tieren und Pflanzen dasjenige leisten, was der Mechaniker beim Aufbau einer Maschine tut. Könnten wir den Organismus durch eine mathematische Formel ausdrücken, so würden die Dominanten darin als X, Y, Z figurieren, d. h. als notwendige, doch ihrem Wesen nach unbekannte Glieder. Durch das Wort Dominanten will ich den Organismus nicht etwa mit Gespenstern bevölkern; ich will damit nicht ein vermeintliches Wesen bezeichnen, das im Organismus seinen Wohnsitz hat, sondern ich bediene mich seiner nur als abgekürzten Ausdrucks für eine Tatsache, wie man auch sagt, daß ein Körper eine doppelt so große Geschwindigkeit habe als ein anderer, anstatt zu sagen, daß er in gleicher Zeit einen doppelt so großen Raum durchläuft, ohne deshalb zu meinen, daß das Wort Geschwindigkeit ein den Körpern anhaftendes Wesen bezeichne. — Dies sind Worte d'Alemberts über den Begriff der Kraft und der Geschwindigkeit, die ich auf den Begriff der Dominanten übertrage, weil ich sie den Kräften zuzähle. Wort und Begriff der Dominanten bedeuten also eine Idee, nichts Greifbares und Meßbares, wie die Energie. Wir brauchen in ihnen keineswegs heimliche Mitspieler in den Vorgängen der Organisation zu sehen, sondern nur die

Bezeichnung nicht weiter analysierbarer Zusammenhänge in der Entwicklung von Pflanze und Tier. Das Wesen der Dominanten bleibt dabei unbekannt und unerklärt, wie auch das Wesen der Schwerkraft unbekannt und unerklärt ist. Das einzige Analogon, welches sich finden läßt für die Wirksamkeit der Dominanten im Aufbau des Tier- und Pflanzenkörpers, ist die intelligente Tätigkeit des Technikers bei der Konstruktion einer Maschine. In diesem, aber auch nur in diesem vergleichsweisen Sinne habe ich die Dominanten auch als intelligente Kräfte im Organismus bezeichnet. Daß ein mit einem Willensakt verbundener Gedanke den Anlaß geben kann zum Aufbau eines körperlichen Systems von bestimmter Konfiguration, erfahren wir täglich hundertfältig durch das angeführte Beispiel des Technikers. Der Einfluß von Dominanten als final wirkender Kräfte auf das Protoplasma von Zellen ist darum kein größeres Wunder als die zweckmäßigen Handlungen des Technikers es sind. Da im Laufe der Entwicklung eines Organismus immer neue Dominanten aus den alten hervorgehen, und da im Tode des Organismus die Dominanten in Nichts zerrinnen, müssen wir sie gleich den Systemkräften als nichtenergetische Kräfte bezeichnen.

148.

Auch die Gehirnbildung der höheren Tiere fordert ihre Dominanten, und da die psychischen Funktionen von der Konfiguration des Gehirns abhängig sind, kann man Dominanten indirekt als Erzeuger der letzteren ansehen. Da man geneigt ist, in Systembedingungen des Gehirns die Quelle der Instinkte und der sonstigen psychischen Äußerungen eines Tiers zu sehen, so wird gerade durch diese Möglichkeit die Frage nahe gelegt, ob nicht die

Dominanten sich auf Systemkräfte bezw. Systembedingungen zurückführen lassen. Wie unsere Kenntnisse heute liegen, kann ein solcher Versuch höchstens als Zukunftsmusik gelten. Durch die Analogie des Organismus mit einer Maschine oder einer chemischen Fabrik ist uns wenigstens die Möglichkeit einer Vorstellung von Systembedingungen im Organismus gegeben. Für das Wesen der Dominanten fehlt es uns an jeder Vorstellung. Sie verhalten sich in dieser Beziehung wie eine arithmetische Entwicklung, die ein geometrisches Gebilde zum Gegenstand hat, und der die Anschaulichkeit fehlt. Bei dem heutigen Stande unseres Wissens und unserer Anschauung von den Organismen müssen wir die Dominanten von den Systembedingungen trennen. Künftige Fortschritte der Biologie könnten sie vielleicht einmal als Systembedingungen nachweisen, ich bin der letzte, der die Möglichkeit davon in Abrede stellen will. Heute ist diese Möglichkeit aber nicht einzusehen; die Dominanten den Systembedingungen beizuzählen, wäre daher zum mindesten verfrüht.

149.

Meine Lehre von den Dominanten bedeutet eine dynamische Theorie der Vererbung und der Entwicklung, d. h. ich mache Kräfte zum Träger jener verwickelten Bewegungsvorgänge, die man Entwicklung und Gestaltung nennt. Diese Kräfte stehen in Beziehungen zum organischen Substrat der Zellen. Es ist möglich, daß ihr Angriffspunkt innerhalb der Zellen ein lokalisierter ist, und dann kommt wahrscheinlich die Chromatinsubstanz der Zellkerne in Betracht, die man sich als Träger der Vererbungsdominanten vorstellen kann; wenigstens sprechen verschiedene Tatsachen zugunsten einer solchen Bedeutung der Chromatinsubstanz. Wie dem aber auch sein mag, das eigentlich Wirksame sind

die Kräfte selbst, die Dominanten. Grundverschieden von dieser Theorie ist die materialistische Lehre von der Vererbung oder die Hypothese der Pangenesis, wie sie Darwin begründet, Weismann sie ausgebaut hat. Danach sollen im elterlichen Organismus zahllose sehr kleine, mikroskopisch nicht erkennbare Keimchen oder „Pangene“ enthalten sein — Darwin nennt sie Gemmules, Weismann Biophoren, — die aus allen Teilen des Tier- oder Pflanzenkörpers in die Keimzellen einwandern und jene Teile repräsentieren, von denen sie stammen. Bei der Entwicklung aus dem Ei sind diese Keimchen gewissermaßen die Anfänge aller sich differenzierenden Organe des Embryo, die sich nunmehr nach dem Muster der Organisation der Eltern um jene Keimchen herum ausbilden. Ich muß gestehen, daß man sich hier die dynamische Tatsache der Vererbung nur durch eine materialistische Korpuskular-Hypothese verschleiert. Jedes Keimchen wird damit zu einem kleinen Wundertäter, einer Art von Fetisch gemacht; denn man übersieht, daß es sich bei der Pangenesis tatsächlich um ein dynamisches Problem handelt. Die Pangene können sich doch nicht von selbst bilden, sich nicht selbst an den Ort schieben, wo sie zu wirken haben und dort jene Wirksamkeit ausüben, wenn sie nicht Träger von Kräften sind, bzw. durch Kräfte geschoben werden, und solche Kräfte wären nach meiner Ausdrucksweise Dominanten. Wenn wir das Prinzip der Pangenesis annehmen wollten, so würde die Wirksamkeit der Keimchen immer noch das Prinzip von Dominanten zur Voraussetzung haben. Die Dominanten sind als Kräfte unsichtbar, die Keimchen oder Biophoren sollen es auch sein; da scheint mir ihre Annahme ebenso überflüssig, als wenn man annehmen wollte, daß die Erscheinungen der Schwerkraft zur Annahme von Schwerkrafts-

korpuskeln hindrängten. Will man einen materiellen Träger der Gestaltungskräfte im Organismus haben, so bleibe man stehen bei der Chromatinsubstanz der Zellkerne, die wenigstens mikroskopisch nachweisbar ist.

150.

Der Materialismus zeigt fast immer die Eigentümlichkeit, daß seine Ideen ihm unter der Hand zu Dogmen werden. Er pflegt zu schließen: Allenfalls könnte es so sein, oder ich denke es mir so, folglich muß es so sein. Immer wieder verwechselt er eine Möglichkeit mit erwiesenen Tatsachen; ja, er hat eine Neigung dazu, seine Dogmen lieber auf Grund dessen aufzustellen, was wir nicht wissen, als auf Grund unserer wirklichen Erfahrung. Wo wir Probleme zu erblicken haben, an deren Bearbeitung sich noch Jahrhunderte, vielleicht Jahrtausende versuchen können, verkündet er die Lösung der Rätsel. Dahin gehört die Behauptung, daß das Leben sich restlos mechanisch erklären lasse. Der Mechanismus ist tatsächlich nur Behauptung und keinesfalls Theorie; denn er vermag die Vererbung und die Entwicklung nicht zu erklären. Insofern besteht der Vitalismus bei dem heutigen Stande unseres biologischen Wissens unzweifelhaft zu Recht. Allein auch der Vitalismus liefert keine Lösung des Problems; er ist nur ein Hilfsbegriff unserer Vorstellung. Alles dasjenige im lebendigen Organismus, was wir mit den Kräften der anorganischen Natur nicht erklären können, durch eine jenen Kräften gleichwertige Lebenskraft erklären zu wollen, halte ich nicht für zulässig. Der Vitalismus darf nur aussagen, daß bei möglichst weit getriebener mechanistischer Analyse der Lebenserscheinungen ein Rest bleibt, von dem es heute so aussieht, als ob seine mechanistische Erklärung nicht ge-

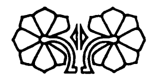
lingen könne. Das dynamische Bild des Lebens hat unbestreitbare Vorzüge vor einem materialistischen. Die charakteristischen Züge des ersteren Bildes liegen in der Ermittlung der Bedingungen seiner Einzelheiten, der Beziehungen zwischen Bedingungen und Bedingtem. Solche Beziehungen sind Kräfte, nicht Stoffe. Die Organismen zeigen uns bis in die unscheinbarsten Einzelheiten hinein ein Reich grenzenloser Wunder, — und wenn der Materialismus uns glauben machen will, er könne das alles ganz einfach und leicht, nach Art eines fallenden Steins interpretieren, so täuscht er sich selbst, wobei noch davon abgesehen werden soll, daß die Schwerkraft wie auch die übrigen Kräfte der anorganischen Natur für uns ein tiefes Geheimnis bilden. Die Wissenschaft ist eine suchende, sie hat noch lange nicht gefunden; nicht einmal der Lösbarkeit der Rätsel sind wir sicher. Wegen dieser Unsicherheit unseres Wissens greift in der Biologie heute noch Denken und Dichten stets ineinander. Von einer Lösung des Entwicklungsproblems sind wir gegenwärtig noch weit entfernt.

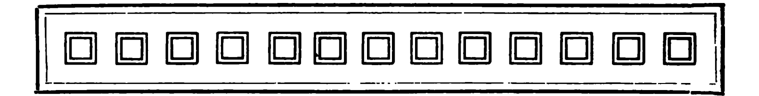
151.

Bei jedem Naturbilde, das wir zu zeichnen versuchen, erhebt sich die Kardinalfrage, ob dies Bild unter den möglichen Bildern der Wahrheit am nächsten kommt. Wenn die kinetische Gastheorie ein gutes mechanisches Bild für das physikalische Verhalten der Gase ist, so bleibt die reinmechanische Theorie des Lebens im besten Falle ein höchst unvollkommenes Bild von Verhältnissen, die der mechanischen Betrachtung als etwas Fremdartiges erscheinen müssen. Diese Unzulänglichkeit des sogenannten Mechanismus für die Erklärung des Lebens darf um so weniger befremden, als er schon für das Gebiet der Physik nicht ausreicht.

Ein sicheres Ergebnis der theoretischen Physik ist, daß alle nicht umkehrbaren Prozesse mechanisch nicht restlos erklärbar sind, und schon der zweite Hauptsatz der Wärmelehre läßt sich nicht umkehren. Auch die bestimmte Richtung eines Naturvorgangs ist aus mechanischen Erklärungen nicht abzuleiten. Warum soll es dann ein Verzicht auf Wissenschaftlichkeit sein, wenn wir einräumen, daß das Leben nicht restlos mechanisch erklärbar ist. In dieser Anschauung begegne ich mich mit dem Urteile eines der größten Physiker, die je gelebt haben, eines Mannes, dem auch die Errungenschaften der „modernsten" biologischen Forschung gar wohl bekannt sind, ich meine Lord Kelvin, welcher den Ausspruch tut: „Ich habe kaum nötig zu sagen, daß der Ursprung und die Fortdauer des Lebens auf der Erde absolut und unendlich weit außerhalb der Grenzen aller vernünftigen Spekulation in der dynamischen Wissenschaft*) liegt. Der einzige Beitrag der Dynamik zur theoretischen Biologie ist die absolute Negation eines automatischen Anfangs und einer automatischen Fortdauer des Lebens."

*) Lord Kelvin versteht hier unzweifelhaft unter „dynamischer Wissenschaft" die Dynamik des anorganischen Geschehens, wie ich sie nach dem Vorgange von Kant mit dem Worte „Mechanismus" bezeichnete.





Zehntes Kapitel.

Die Mannigfaltigkeit der Lebensformen.

○○○

152.

Zu den wichtigsten Fragen in der Wissenschaft vom Leben gehört nicht nur die Frage nach dem Ursprunge des Lebens überhaupt, sondern nach dem Ursprunge seiner Mannigfaltigkeit, wie sie in der Stufenleiter vom Bazillus bis zum Eichbaum, vom Infusorium bis zum Menschen hinauf in Hunderttausenden von Arten die Erde bedeckt. Der Ursprung jener Arten ist in wissenschaftlichen und in unwissenschaftlichen Schriften weit mehr erörtert worden als das Problem von der Herkunft des Lebens. Man hat einen eigenen Zweig der Wissenschaft dafür begründet und ihn Abstammungslehre, Deszendenztheorie oder auch Darwinismus genannt, weil seit Darwins Schriften über den Zusammenhang der Arten diese Fragen unter das große Publikum geworfen sind, dem sie interessanter erscheinen als alle übrigen Fragen der Biologie zusammengenommen. Es hängt dies damit zusammen, daß die Deszendenztheorie keine Erfahrung ist, kein Ergebnis der Erforschung von Tatsachen, sondern eine Idee, die intuitive Deutung eines

Zusammenhangs zwischen den Lebensformen. Darum ist die Abstammungslehre dem wissenschaftlich ungeschulten Betrachter einleuchtender als dem gründlichen, nach Erkenntnis der Wahrheit strebenden Naturforscher; der erste sieht mit flüchtigem Blicke über alle Schwierigkeiten hinweg, die vor den Augen des letzteren sich zu unübersteigbaren Wällen zu türmen scheinen. Denn nochmals sei es betont: die Abstammungslehre ist nicht Erkenntnis, sondern Deutung. Wenn wir von einem verschwindend kleinen Tatsachenmaterial absehen, das der Biologe dem Experiment zu unterwerfen vermag, so behandelt die Abstammungslehre überwiegend Möglichkeiten, die der Beobachtung und dem Experiment nicht zugänglich sind, und schweift damit ins Gebiet der Metaphysik hinüber, während die eigentliche Naturforschung es mit Wirklichkeiten zu tun hat, die sich der Erfahrung erschließen. Als ein Verbrechen an der Wissenschaft muß es aber gebrandmarkt werden, wenn gewissenlose Schriftsteller ihren Lesern subjektive deszendenztheoretische Spekulationen nicht vortragen als das, was sie sind, nämlich als naturhistorischen Roman, sondern als positive Errungenschaften der Naturforschung. Wegen dieses fundamentalen Fehlers der Unwahrhaftigkeit ist ein großer Teil der populären Schriften über Abstammungslehre nicht ernst zu nehmen. Wenn wir von solcher mißbräuchlichen Ausbeutung der Abstammungslehre aber absehen, so bleibt die Deszendenzidee ein großartiges Beispiel wissenschaftlichen Schauens von unzweifelhafter Berechtigung, einer Berechtigung, die so weit geht, daß ich selbst den Deszendenzgedanken für die gegenwärtige Entwicklungsstufe der Biologie ein Axiom genannt habe, d. h. eine unabweisliche Forderung unseres Verstandes.

153.

Die Abstammungslehre nimmt gewöhnlich an oder fordert, daß die heute lebenden Pflanzen und Tiere sich aus gemeinsamen Unterlagen entwickelt haben, wie die Spitzen einer Baumkrone durch Verzweigung aus dünneren und schließlich aus dickeren Ästen hervorgegangen sind. Fraglich bleibt schon bei dieser Auffassung, ob die Stammformen der heute lebenden Organismen nach rückwärts in einen einzigen Stamm zusammenlaufen, oder ob nicht wie bei den sämtlichen Baumspitzen eines Waldes diese Spitzen auf zahlreiche Stämme zurückweisen. Sollte diese letztere Deutung den Vorzug verdienen, so könnte man noch einen Schritt weiter gehen und die Gesamtheit der Organismen in Vergangenheit und Gegenwart einem Weizenfelde vergleichen, dessen Ähren oder Blüten die heute lebenden Arten, dessen Halme und Wurzeln deren historischen Unterbau symbolisch bedeuten. Wie dem auch sein mag, in jedem dieser drei möglichen Fälle hat die Abstammungslehre das Entwicklungsprinzip proklamiert als einen Schlüssel für die Deutung der Mannigfaltigkeit, die in den lebenden und in den versteinerten Organismen vor uns ausgebreitet liegt. Sie hat damit eine überaus wertvolle Analogie gezogen zu der Entwicklung des organischen Einzelwesens vom Ei bis zur fertigen Gestalt und damit die Selbstgestaltung der Organismen von den ersten Anfängen irdischen Lebens bis zur Gegenwart unter einen einheitlichen Gesichtspunkt gebracht. Das ist von hohem Werte. Freilich wird häufig der Fehler begangen, die Entwicklung zu einer Art von Naturkraft zu stempeln, und das ist falsch. Die Entwicklung ist so wenig eine Naturkraft, wie der Regenbogen es ist oder der leuchtende Schweif einer Sternschnuppe oder die elliptische Bahn, in der die Erde um die Sonne

läuft. Die Entwicklung kann so wenig etwas hervorbringen, wie die Bahnen der Planeten dies vermögen; sie ist selbst nur die Bahn, in der gegebene Naturkräfte besonderer Art das Ei zwingen, zum Hühnchen zu werden, wie sie die vor Äonen lebenden Urzellen gezwungen haben, zu den uns bekannten Tieren und Pflanzen in der Verkettung zahlloser Generationen heranzuwachsen. So bedeutsam und eigenartig das Entwicklungsprinzip damit für die Biologie geworden ist, ist es keineswegs auf diese beschränkt, sondern es gilt auch im Gebiete der leblosen Natur, wofür die Kant-Laplacesche Idee von der Entwicklung des Sonnensystems und des Sternenhimmels als Beispiel angeführt sein mag. In jedem Falle ist die Entwicklung ein unmechanisches Prinzip, das sich als ein zielstrebiges deuten läßt, und in dessen Bereich kein Beispiel von Umkehrbarkeit bekannt ist.

154.

Überall dort, wo im Gebiete der Abstammungslehre die Tatsachen sich uns verhüllen, tritt dichterisches Schauen an die Stelle forschender Beobachtung. Ich verwerfe dies keineswegs, tadle es nicht einmal. Der Geschichtsschreiber der Taten des Menschengeschlechts handelt nicht anders als der auf den Tatsachen der Erdgeschichte und der vergleichenden Morphologie fußende Naturforscher. Wohl hat der letztere eine ungeheure Menge ehemals und jetzt lebender Arten kennen gelernt, beschrieben und geordnet; allein in der Abstammungslehre a h n t er bestenfalls manche Zusammenhänge zwischen jenen Typen. Ein sicheres Wissen besitzt er von äußerst wenigen dieser Zusammenhänge. Freilich fehlt es auch nicht an Dogmatikern, die durch Behauptungen und durch Dekrete jene Lücken unseres Wissens auszufüllen, mit ihren Dogmen der wahren Forschung ein

Faulbett zu bereiten suchen. Solche Phantasten sollten sich ein Beispiel an den Physikern und Chemikern nehmen, die auf das sorgfältigste ihre Prinzipien, z. B. das Prinzip von der Erhaltung der Energie und von der Konstanz der Elemente, immer von neuem prüfen, immer von neuem ihre Tragweite und Stichhaltigkeit in logischer wie in empirischer Hinsicht untersuchen, jeden möglichen Einwand dagegen selbst erheben, anstatt vor Einwänden die Augen zu schließen, dem Strauß vergleichbar, der vor seinen Verfolgern den Kopf in den Busch steckt. Gewissenhaftigkeit ist der einzige Weg, der zur Wahrheit führen kann, und der darum für den geistigen Besitzstand des Menschengeschlechts einen Wert hat. Dogmen, denen man ebensogut andere Dogmen gegenüberstellen könnte, sind für die Wissenschaft ein Übel oder mindestens ein wertloser Ballast.

155.

Auf keinem Gebiete der Naturwissenschaft ist es so wichtig, sorgfältigst zwischen Tatsachen und Hypothesen zu scheiden, als auf dem Gebiete der Abstammungslehre. Das Problem ist dieses: gegeben sind uns die Organismen in einer großen Zahl verschieden gestalteter Typen, und nun fragt sich, besteht zwischen diesen Typen, dieser Mannigfaltigkeit der Gestalten ein genetischer Zusammenhang? Und wie ist dieser Zusammenhang vorzustellen? Von welchen Tatsachen müssen wir ausgehen, um zu einer befriedigenden Anschauung zu gelangen? Zu den fundamentalen Tatsachen gehören folgende. Nicht alle heute lebenden Gattungen und Arten existierten zu allen Zeiten an der Erdoberfläche. So kann nicht bezweifelt werden, daß der Mensch erst gegen das Ende der Tertiärzeit, daß die Monokotylen und Dikotylen, also die vollkommeneren Blüten-

pflanzen, erst im Laufe der Kreidezeit erschienen sind. Andererseits sind einige Tier- und Pflanzengattungen seit den ältesten Zeiten der Erdgeschichte, aus denen wir Versteinerungen kennen, unverändert bis in die Gegenwart erhalten geblieben. So war die heutige Gattung Cycas schon in der Trias vorhanden. Viel größer ist aber die Zahl der in früheren Erdperioden lebenden Gattungen, von denen uns nur versteinerte Reste vorliegen. Dabei kann nicht die Rede davon sein, daß die Tiere und Pflanzen der ältesten Erdperiode niedriger organisiert gewesen wären als die heute lebenden Gattungen der gleichen Gruppen; oft war das Gegenteil der Fall. Jene älteste Periode teilen die Geologen ein in vier Zeitalter: das kambrische, das silurische, das devonische und das Steinkohlenzeitalter. Aus der ältesten, der kambrischen Zeit, kennen wir nur Meerestiere, unter ihnen aber hochorganisierte Krebse, die Trilobiten. Landpflanzen aus der Gruppe der Farne begegnen uns bereits im Silur und Devon; sie stehen an Vollkommenheit der Organisation hinter heute lebenden Farnen nicht zurück. Die Masse der Steinkohle endlich, die wir jetzt brennen, ist zum großen Teil zusammengesetzt aus baumartigen Farnen, den Sigillarien und den Schuppenbäumen, die als die vollkommensten Farne gelten müssen, die jemals an der Erdoberfläche gelebt haben, und deren heute noch lebende nächste Verwandten, die Bärlappe, als unvollkommener organisiert angesehen werden müssen. Außerdem finden sich in der Steinkohle die Reste der Urkoniferen oder Kordaiten, die von den Nadelhölzern der Gegenwart wohl verschieden sind, aber keineswegs eine unvollkommenere Struktur aufweisen. Allmähliche Übergänge ausgestorbener Gattungen der früheren Erdperioden in andere der späteren oder in solche der Gegenwart sind aus dem Pflanzenreiche nicht

bekannt. Auch auf dem Gebiete der tierischen Paläontologie kann von der Aufdeckung lückenloser Übergangsreihen zwischen den Gattungen nicht die Rede sein. Wohl kennen wir ausgestorbene, hochinteressante Tierformen, die als Vorläufer heute lebender Gattungen, z. B. des Pferdes, angesehen werden; allein ein sicherer Beweis, daß das Pferd sich aus jenen Tieren entwickelt habe und nicht etwa aus anderen, von denen keine Reste auf uns gekommen sind, läßt sich nicht führen. Nur von einer mehr oder weniger großen Wahrscheinlichkeit, daß wir versteinerte Reste der Vorfahren des Pferdes kennen, darf gesprochen werden. Wohl kein Biologe und kein Paläontologe zweifelt daran, daß vor dem kambrischen Zeitalter bereits Pflanzen und Tiere lebten. Doch kein einziger Rest eines Organismus der vorkambrischen Zeit ist auf uns gekommen, und es besteht kaum eine Hoffnung, daß jemals ein solcher wird gefunden werden. Trotzdem ist die vorkambrische Zeit, in der nach allgemeiner Überzeugung die Erde bereits Pflanzen und Tiere trug, vielleicht von längerer Dauer gewesen als die nachkambrische, die die Gegenwart mit umfaßt.

156,

Ein anderes Tatsachengebiet, aus dem man Schlüsse auf einen genetischen Zusammenhang der Lebewesen zieht, ist die vergleichende Betrachtung der heute lebenden Pflanzen und Tiere. Wenn die Beobachtung uns lehrt, daß bei Aussaat zahlreicher Samen einer Art verschiedene Rassen dieser Art entstehen können, die sich in der Fortpflanzung erblich erhalten, so gibt dies Anregung zu der Idee, daß auch sämtliche Arten einer Gattung, z. B. Kirsche, Pflaume, Zwetsche, Schlehe, Aprikose, Pfirsich, von einer gemeinsamen Stammform, einer Urart der Gattung Prunus sich entwickelt

haben möchten. Ein gleiches gilt von den Rassen, Arten und Gattungen der Tiere. Die Rassenmerkmale der Hunde sind erblich befestigt; wir denken daran, daß sie von einer gemeinsamen Urform des Hundes abstammen. Hund, Wolf, Fuchs, Schakal sind Arten der Gattung Canis, die von der Abstammungslehre auf einen Urcanis zurückgeführt werden. Für das große Heer der Blütenpflanzen gilt die Regel, daß sie mittels grüner Blätter im Sonnenlicht Kohlensäure assimilieren und sich dadurch ernähren; diese Regel erleidet zahlreiche Ausnahmen. So gibt es in der Familie der Erikazeen die Gattung Monotropa (Fichtenspargel), unter den Konvolvulazeen die Gattung Cuscuta (Kleeseide), unter den Skrofulariazeen die Gattungen Orobanche (Sommerwurz) und Lathraea (Schuppenwurz), unter den Orchidazeen die Gattungen Neottia (Nestwurz) und Epipogon (Widerbart), die alle der grünen Laubblätter entbehren und daher keine Kohlensäure assimilieren können, sondern in ihrer Ernährung, wie die Pilze, auf organische Kohlenstoffquellen angewiesen sind. Der Zusammenhang jener farblosen Gattungen mit der großen Mehrzahl grüngefärbter Gattungen der gleichen Familien wird von der Abstammungslehre dahin ausgelegt, daß sie aus diesen unter Schwinden der Laubblätter und des Chlorophylls sich umgebildet haben. In bezug auf die Organisationshöhe sind in diesen Fällen unvollkommenere Gattungen aus vollkommeneren hervorgegangen; die Entwicklung bewegte sich somit in absteigender Linie.

157.

Das letzte Beispiel der farblosen Blütenpflanzen zeigt zur Evidenz, daß die Abstammungslehre, soweit sie auf die vergleichende Morphologie sich stützt, nur Interpretation von Tatsachen ist, also Idee oder Hypothese; denn kein

Botaniker hat eine solche Umwandlung in der Natur beobachtet, oder vermag sie durch das Experiment hervorzurufen. Was aber auf dem Gebiete der höheren Pflanzen nicht gelingt, wurde auf dem Gebiete der niedrigsten Gewächse tatsächlich erreicht, und dies ist eine wertvolle Stütze für die Richtigkeit jener Idee. Unter den einzelligen Algen aus den Klassen der Flagellaten und der Diatomeen ernähren sich die meisten Arten wie die Blütenpflanzen durch Assimilation von Kohlensäure mittels eines chlorophyllähnlichen Farbstoffes. Bei einigen Arten dieser mikroskopisch kleinen Gewächse ist es gelungen, sie in der Kultur künstlich mit organischen Kohlenstoffverbindungen zu ernähren, und sie gedeihen dabei, indem sie das Chlorophyll verlieren und farblos werden. Wir werden dadurch zu dem Schlusse veranlaßt, daß die farblosen Blütenpflanzen auf analoge Weise, doch ohne Eingriff des Menschen, aus grünen Gattungen der gleichen Familien umgebildet worden sind. Wenn man sagt: So könnte es wohl gewesen sein, so ist das auf dem Gebiete der Menschengeschichte die Sprache des Romans. Auf dem Gebiete der Biologie greifen indessen Wissen und Deutung in vielfacher Verschlingung ineinander; und wenn man die Frage erörtert, ob die Pilze aus Algen oder die Algen aus Pilzen entstanden sind, so ist dabei die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß beide aus einem dritten Typus hervorgegangen sind, der uns ganz unbekannt blieb, weil er nur in den frühesten Erdepochen existierte. Sobald wir aber dogmatisch werden und Stammbäume konstruieren, tragen wir damit Mythologie in die Wissenschaft hinein. Ein mythologischer Zug ist der Abstammungslehre in ihrer herrschenden Form überhaupt nicht ganz abzusprechen; denn diese Form besteht in der Annahme, daß ursprünglich der Erdball nur von einzelligen

Organismen bewohnt wurde, die den heute lebenden Bakterien oder Flagellaten ähnlich waren, und daß aus diesen Anfängen sich in stufenweiser Vervollkommnung zuletzt blühende Bäume und Tiere mit empfindenden Großhirnrinden entwickelt haben, während wir heute Organismen verschiedener Organisationshöhe nebeneinander die Erde bewohnen sehen. Das aber ist Idee oder Hypothese, keineswegs Ergebnis der Erfahrung und damit der Naturforschung. Denn die Zwischenformen zwischen jenen hypothetischen Urzellen und den Farnkräutern einerseits, den Trilobiten andererseits können nur in der vorkambrischen Erdperiode existiert haben und sind damit der Erfahrung für immer entrückt. Gewiß halte ich diese Idee für eine wissenschaftliche und bekenne mich als ihren Anhänger; weil diese Idee sich aber auf ihre Richtigkeit nicht prüfen läßt, gehört sie mindestens ebensosehr in den Bereich der Metaphysik wie in den der Naturforschung. Wir gelangen trotz unserer Erfahrung über die Rückbildung von Organisationen zu jener Idee einer aufsteigenden, d. h. sich vervollkommnenden Entwicklung von den Urzellen bis zu den Dikotyledonen und den Säugetieren, wenn wir das aus Beobachtung der Entwicklung der Einzelwesen gewonnene Entwicklungsprinzip verallgemeinern und auf die Deutung der Entstehung von Gattungs- und Arttypen anwenden. Es ist die wichtige Hypothese, daß die Entstehung der Arten oder die Phylogonie sich analog verhalten habe wie die Entstehung eines pflanzlichen oder tierischen Einzelwesens, seine Ontogonie. Die Ontogonie ist das Bekannte, die Phylogonie das Unbekannte, und es handelt sich in der Hypothese jener Analogie um einen Schluß aus Bekanntem auf Unbekanntes — um ein synthetisches Urteil im Sinne Kants.

158.

Die Idee der Analogie zwischen Ontogonie und Phylogonie hat einige Naturforscher zu Übertreibungen und Denkfehlern veranlaßt. So kann man in biologischen Abhandlungen lesen, wie die unbekannte Phylogonie zur „Erklärung" des vor Augen liegenden Ablaufes der Ontogonie gewisser Organismen herangezogen wird. Über diese Methode der Erklärung von Bekanntem bzw. Erforschlichem durch Unbekanntes und Unerforschliches braucht hier kein Wort weiter verloren zu werden. Eine andere Übertreibung sucht sich besonders solchen Lesern, deren Urteil durch Sachkenntnis nicht getrübt ist, durch den anspruchsvollen Titel eines „biogenetischen Grundgesetzes" zu empfehlen, welches behauptet, die Ontogonie eines Tieres sei die kurze und schnelle Rekapitulation des säkularen Ganges seiner Phylogonie. Diese Behauptung ist kein Naturgesetz, sondern eine Phantasterei. Wenn ihre Anhänger sich hierbei auf die Ergebnisse der Forschungen eines der größten Biologen berufen, die je gelebt haben, auf Karl Ernst von Baer, so hat Baer selbst noch am Abend seines Lebens Anlaß genommen, dies gebührend zurückzuweisen. Er erklärt den Satz von der Wiederholung der Phylogonie durch die Ontogonie für unbegründet und unhaltbar, weil in Wirklichkeit die Entwicklung eines Individuums nicht die Tierreihe durchlaufe, sondern von den allgemeinen Charakteren einer größeren Gruppe zu den spezielleren und speziellsten übergehe, nicht aber den Übergang aus einzelnen speziellen Typen in andere nachweise, bis zuletzt die Eigentümlichkeiten des Individuums auftreten. „So wird ein Wirbeltier, das anfänglich ganz unentschieden scheint, später zu einem Fisch, Reptil, Vogel oder Säugetier. Die allgemeinsten Charaktere des Wirbeltieres bilden sich also zuerst, und es ist

danach unmöglich, daß ein Wirbeltier die andern Typen durchlaufen kann. Denn sowie es das Charakteristische einer bestimmten Klasse erreicht hat, kann es aus derselben nicht heraus." Dies sind Baers Worte.

159.

Ich will hiermit aber die Idee einer Analogie zwischen Ontogonie und Phylogonie keineswegs verwerfen; ich halte sie im Gegenteil für höchst bedeutsam. Ihre Wichtigkeit scheint mir besonders darin begründet zu sein, daß die Ontogonie der höheren Pflanzen und Tiere mit einer einfachen Zelle beginnt und in bestimmter Richtung zu jenen hochkomplizierten Bildungen fortschreitet, wie sie z. B. im Körper der ausgewachsenen Wirbeltiere vorliegen. Schon die Folgerung, daß die Phylogonie nicht richtungslos vorgeschritten sein kann, wenn sie analog der Ontogonie von einer Urzelle zu einem Wirbeltier hinführte, halte ich für bedeutungsvoll. Die Richtung dieses Weges brauchte nicht bloß aufsteigend zu sein, sie konnte sich auch auf gleicher Organisationshöhe halten, sie konnte sich endlich absteigend bewegen, wie es die farblosen Blütenpflanzen lehren. Auf zoologischem Gebiete verdient die Embryologie der heute lebenden Bartenwale unser lebhaftes Interesse. Die Bartenwale unterscheiden sich durch Zahnlosigkeit von den Zahnwalen. In einem bestimmten Embryonalstadium besitzen aber auch die Bartenwale Zähne, die im erwachsenen Stadium wieder geschwunden sind. Dies ist ein schönes Beispiel zur Bestätigung der oben erwähnten Baerschen Regel; denn da der Säugetiertypus im allgemeinen Zähne besitzt, entspricht es jener Regel, daß die zahnlosen Bartenwale ein zahntragendes Embryonalstadium durchliefen. Dieser Fall zeigt daneben eine wichtige Beziehung zur

Paläontologie. Denn da aus der Tertiärzeit nur Reste von Zahnwalen bekannt sind, ist es wahrscheinlich, daß die heute lebenden Bartenwale von Zahnwalen abstammen. Ein Waltier, das neben Zähnen auch noch Barten besäße, ist meines Wissens fossil nicht gefunden worden.

160.

Noch eine andere Seite der Analogie zwischen Ontogonie und Phylogonie möchte ich hervorheben. Die Ontogonie läuft nicht beliebig ins Unbegrenzte fort, sondern endigt in einem Zustande, den man den erwachsenen nennt. Dieser Zustand ist bei Säugetieren und Vögeln ohne weiteres anschaulich; doch auch auf Pflanzen ist der Ausdruck anwendbar. Ein hundertjähriger Baum wächst wohl noch weiter, allein er verändert die Gestalt nicht mehr wesentlich. Wollen wir mit unserer Analogie Ernst machen, so müssen wir die Träume einiger Phantasten zurückweisen, die annehmen, daß die phylogenetische Umbildung der Arten ins Unbegrenzte fortgehen werde. Auch die Arten erreichen einen stabilen Zustand. Das beweisen schon die vielen ausgestorbenen Typen, z. B. die Trilobiten, Archäopterix und Pterodaktylus, von Pflanzen die Sigillarien, Lepidodendren, Kalamiten, Kordaiten. Von den meisten heute lebenden Tier- und Pflanzengattungen dürfte ein gleiches gelten, z. B. von der Linde, der Ulme, dem Hunde, dem Menschen. Mir scheint nicht das geringste Anzeichen dafür vorzuliegen, daß der Mensch sich dereinst zu einem Übermenschen oder gar zu einem Wesen mit Flügeln fortbilden werde. Damit soll aber nicht gesagt sein, daß nicht manche in der Gegenwart lebende Formen noch neue Arten aus sich hervorbringen können.

161.

Ich bin kein Freund von Fremdwörtern und verwerfe sie unbedingt, wenn sie überflüssig sind; ich lasse sie mir, wenn auch in möglichst geringer Zahl, gefallen, wenn sie eine Abkürzung des Ausdrucks mit sich bringen. So verwendete ich die Worte Ontogonie und Phylogonie, so mögen auch die Worte monophyletisch und polyphyletisch gebraucht werden. Das erstere besagt, daß mehrere Arten aus einer einzigen Urform entsprungen sind, einen einzigen Stammbaum besitzen; das letztere, daß sie verschiedenen Ursprungs sind, also mehrere Stammbäume aufweisen, sofern wir dies Bild gebrauchen wollen. Wenn ich die Kerne eines Apfels aussäe und daraus fünf Apfelbäume erziehe, die verschiedene Früchte tragen, so sind diese fünf Sorten monophyletischen Ursprungs. Dagegen kann nicht bezweifelt werden, daß die Schar der farblosen Blütenpflanzen, wie Neottia, Orobanche, Cuscuta, Monotropa usw. polyphyletischen Ursprungs sind; denn jede von ihnen stimmt in den Merkmalen der Blüte mit einer andern Pflanzenfamilie überein. Eine sehr verbreitete deszendenztheoretische Vorstellung geht nun dahin, daß die Arten einer Gattung monophyletisch von einer Urart, die Gattungen einer Familie von einer einzigen Urform, die Familien einer Ordnung desgleichen, die Ordnungen einer Klasse von einem Urtypus abstammen. Die Naivität dieser Vorstellung wird vollständig, wenn wir alle Organismen monophyletisch auf einen einzigen Urorganismus zurückführen wollen, der in fernster Vergangenheit die Erde bewohnte. Von alledem ist nur beweisbar, daß die bei künstlicher Aussaat erzielten Rassen einer Art, den Artbegriff stets in Linnés Sinne genommen, monophyletisch sein können. Daß die Arten einer Gattung es sind, ist bereits reine, d. h.

unbeweisbare Hypothese, also Gegenstand des Glaubens. Für eine Absurdität halte ich den Gedanken an eine einzige vor Millionen von Jahren gegebene Urzelle, auf die alle Lebewesen monophyletisch zurückgehen. Sollte eine solche Urzelle wirklich nur in Einzahl aufgetreten sein? Dann waren doch die Aussichten für ihre Erhaltung äußerst geringe. Viel wahrscheinlicher dünkt mich die Annahme, daß ursprünglich zahlreiche mehr oder weniger einander gleichende Urzellen gegeben waren — der Ursprung der ganzen Lebewelt also ein polyphyletischer gewesen ist. Damit wäre allerdings die Idee nicht auszuschließen, daß jede heute lebende Art auf eine besondere Urzelle zurückweist, daß somit von einer Blutsverwandtschaft zwischen den Arten, bzw. Gattungen nicht die Rede sein kann. Man sieht, daß in der Phylogonie der willkürlichen Deutung von vornherein das Tor weit geöffnet ist. Ich vermag nichts weiter zu tun, als das auszusprechen, was mir das wahrscheinlichste zu sein deucht. Ich für meine Person glaube, daß man sich die Gesamtheit der Lebewesen nicht unter dem Bilde eines einzigen Stammbaums, sondern eines Wäldchens von Stammbäumen vorzustellen hat, daß es also zahlreiche Urtypen gibt, die sich monophyletisch in Familien, Gattungen und Arten gespalten haben, was nicht ausschließt, daß einzelne heute lebende Arten existieren, deren phylogenetische Entwicklung als unverzweigte Stammlinie auf eine besondere Urzelle zurückgeht. Ich bin also auf dem Gebiete der Phylogonie weder Anhänger einer radikalen Monophylie noch einer radikalen Polyphylie, sondern eines gemischten Systems. Ich glaube, es in eigenen Arbeiten äußerst wahrscheinlich gemacht zu haben, daß eine Klasse, deren Dasein so sehr für die Richtigkeit der Abstammungslehre spricht, wie die Flechten, polyphyletisch zusammen-

gesetzt ist. Ein polyphyletischer Ursprung ist mir ferner wahrscheinlich für die Klasse der Bakterien, in der bei weitgehender Übereinstimmung von Gestalt und Größe so gewaltige Unterschiede in der chemisch-biologischen Tätigkeit vorliegen, daß ich an einen monophyletischen Ursprung nicht zu glauben vermag. Nehmen wir in der Abstammungslehre aber an, daß die Stämme der heute lebenden Gattungen auf Urzellen zurückweisen, so bleibt es ein unlösbares Rätsel, warum ein Teil dieser Urzellen es nicht über den Typus der Bakterien oder der Infusorien hinaus gebracht hat, während andere sich bis zur Organisationshöhe eines Apfelbaumes oder eines Elefanten fortentwickelt haben.

162.

Darwin selbst läßt es in seinen Spekulationen dahingestellt, ob ursprünglich „einige wenige" oder eine einzige Urform gegeben war. Ihm war eine Hauptsache das Prinzip der Divergenz. Er sucht die Ähnlichkeit gewisser Gattungen und Arten darauf zurückzuführen, daß bei der Fortpflanzung eine Spaltung der Merkmale eintrat, die zu mehreren in der Form divergierenden Typen führte, wie die Äste eines Baumes der Richtung nach divergieren. Die Ähnlichkeit der Typen besteht nach ihm darin, daß ihre Form nach rückwärts zusammenfließt, nach vorwärts auseinanderstrebt, wie die Individuen eines menschlichen Stammbaumes. Dem gegenüber steht aber fest, daß sich nicht alle Ähnlichkeit der Pflanzen- und Tierformen auf Divergenz aus gemeinsamem Ursprunge zurückführen läßt. Ein schlagendes Beispiel dafür sind die mehrfach erwähnten farblosen Blütenpflanzen, die ein gemeinsames wichtiges Merkmal besitzen, den Mangel grüner Laubblätter, das nicht aus einheitlichem Ursprunge hergeleitet werden

kann. Im Gegenteil, das Übereinstimmende zwischen diesen Pflanzen wird nur verständlich durch die Annahme, daß die phylogenetische Entwicklung von ganz verschiedenen Anfängen aus zu übereinstimmenden Eigenschaften hingeführt habe. Ebenso liegt der Sachverhalt bei den insektenverzehrenden Pflanzen, die gleichfalls ganz verschiedenen Familien angehören; zahlreiche andere Beispiele ließen sich diesen beiden hinzufügen. Im Tierreich steht es nicht anders; es möge ein Hinweis auf die Walfische genügen. Die Wale sind echte Säugetiere; die Abstammungslehre nimmt an, daß sie aus Vierfüßern hervorgegangen sind. Dabei sind sie im Laufe der Phylogonie den um vieles älteren Fischen in ihrer Körperform ähnlich geworden, indem ihr Schwanz sich zu einer fischschwanzähnlichen Flosse umbildete und die Vorderbeine gleichfalls zu Flossen wurden, während die Hinterbeine gänzlich verkümmerten. Wir sehen somit in der Phylogonie neben dem Prinzip der Divergenz ein Prinzip der Konvergenz in Wirksamkeit. Die Theorie von Friedmann hat es versucht, alle Übereinstimmung zwischen den Arten von Tieren und Pflanzen auf das Konvergenzprinzip zurückzuführen, wobei die breiteste polyphyletische Basis für das Tier- und Pflanzenreich angenommen wird. Mit der Beseitigung des Prinzips der Divergenz würde die ganze Abstammungslehre in nichts zusammenfallen; jede Annahme einer Blutsverwandtschaft zwischen ähnlichen Arten wäre dann eine Täuschung. Ich kann dieser Ansicht nicht zustimmen. Ich räume ein, daß ähnliche Formen keineswegs immer einer gemeinsamen Grundform zu entstammen brauchen, sondern daß sie auch durch Analogie in der Umbildung verschiedener Typen hervorgebracht sein können. Allein ich halte daran fest, daß Divergenz in der Entwicklung vorkommt, wofür das Auf-

treten verschiedener neuer Rassen bei der Aussaat von Samen einer einzelnen Pflanze den Beweis liefert, und kann mir z. B. die Entstehung der farblosen Gattungen unter den Blütenpflanzen nur durch Abspaltung und Divergenz aus den chlorophyllhaltigen Typen der betreffenden Familien vorstellen. Ich bin daher auf dem Gebiete der Abstammungslehre Anhänger einer Kombination von Divergenz und Konvergenz und meine, man solle in jedem einzelnen Falle von Ähnlichkeit zwischen Tier- und Pflanzentypen prüfen, ob Divergenz oder Konvergenz wahrscheinlicher ist. Bei diesen Schwierigkeiten auch für die rein spekulative Erörterung der phylogenetischen Fragen kann es nicht Wunder nehmen, wenn auch die Ansicht hervorgetreten ist, daß wir über den Ursprung der heute lebenden Pflanzen und Tiere nichts wissen können, und daß das Heil der Wissenschaft allein im Agnostizismus, dem Bekenntnis des Nichtwissens zu suchen sei. Die Unfruchtbarkeit solcher Ansicht liegt auf der Hand; denn sie lehnt jede Anstrengung ab, den Geheimnissen der Entstehung der Tier- und Pflanzenformen nachzuspüren.

163.

Unter den Gründen, welche die Umbildung von Rassen, Arten, Gattungen in andere veranlassen sollen, stellt Darwin die Variation oder Abänderung obenan. Wir verstehen darunter die leicht zu beobachtende Tatsache, daß bei Aussaat der Samenkörner einer Pflanze die daraus hervorgehenden neuen Pflanzen sich von der Mutterpflanze und voneinander mehr oder weniger deutlich unterscheiden. Auf die Mutterpflanze bezogen, können in der neuen Generation Merkmale verloren gehen oder hinzukommen. Bei Aussaat der aus der zweiten Generation erhaltenen Samen können die Individuen der dritten Generation ihre neuen Merkmale

wieder verlieren oder sie weiter vererben von Generation zu Generation. Im letzteren Falle ist eine neue erbliche Rasse entstanden, die sich von der ursprünglichen Rasse durch auffallende oder auch durch höchst unscheinbare Kennzeichen unterscheiden kann. Solche Entstehung neuer Rassen durch Abänderung bei der Fortpflanzung ist namentlich in der Gärtnerei überaus häufig beobachtet worden. Der Begriff der Rasse oder Unterart, wie man seit Linné sagt, ist so gut eine Abstraktion von den Einzelwesen wie die Begriffe Art, Gattung, Familie. Der Umfang solcher abstrakten Begriffe hängt von willkürlichen Bestimmungen ab. Wenn neuerdings behauptet wird, man habe die Entstehung neuer Arten durch Abänderung bei der Fortpflanzung beobachtet, so beruht dies auf dem Kunststück, erbliche Unterarten Arten oder Spezies zu nennen. Die Entstehung neuer Arten im Sinne Linnés ist bisher experimentell nicht beobachtet worden. Ich halte indes die neueren Untersuchungen über die Entstehung erblicher Rassen für höchst wertvoll und glaube, daß der Analogieschluß nicht zu kühn ist, es möchten auf dem Wege der Abänderung bei der Fortpflanzung auch wirklich Arten und Gattungen im Laufe der Erdgeschichte auseinander hervorgegangen sein.

164.

Fragen wir nach den treibenden Kräften, die bei der Fortpflanzung zu einer solchen Divergenz der Rassen führen, daß neue Arten usw. entstehen können, so würden wir inkonsequent handeln, wollten wir das Prinzip einer Analogie zwischen Ontogonie und Phylogonie hierbei außer acht lassen. Für die Entwicklung der Einzelwesen kamen in Betracht erstens chemische und physikalische Energien, die teils im Protoplasma der Keimzellen gegeben waren, oder

von außen her die Keimesentwicklung beeinflußten, und zweitens unbekannte erbliche Faktoren, die ich Dominanten genannt habe. Die konsequente Anwendung des Prinzips der Analogie würde fordern, daß wir die treibenden Kräfte in der Phylogonie auf Dominanten und auf Energien zurückführen. Wenn wir annehmen, daß die phylogenetische Entwicklung eines Elefanten aus einer Urzelle wenigstens im großen und ganzen analog verlaufen ist der vor unseren Augen sich abspielenden Entwicklung des Elefanten aus einer Keimzelle, so werden wir auch die unbekannten formbestimmenden Kräfte der Phylogonie als Dominanten zu bezeichnen geneigt sein. Daneben kommen die in der Vererbung sich geltend machenden spezifischen Systembedingungen der Organismen in Betracht, auf die hier ebenso wie auf die Dominanten nicht weiter eingegangen werden soll. Es erübrigen dann noch die Energien, die teils innere, teils äußere sind. Die äußeren energetischen Lebensbedingungen wirken regulatorisch mit bei Ausprägung der Körperformen, indem letztere sich reaktiv den äußeren Verhältnissen anpassen. So kommen die Anpassungsformen zustande, die beispielsweise sehr verschieden sind bei Pflanzen, die trockene, und bei Pflanzen, die feuchte Standorte bewohnen. Solche Anpassung der Organismen an ihre Umgebung strebt immer einem festen Gleichgewichtszustande der Gestaltung zu, und sobald dies Anpassungsgleichgewicht erreicht ist, wird die Anpassung nicht zu einer Triebfeder, sondern zu einem Hemmnis der phylogenetischen Fortbildung. Haben die Arten erst ein festes Anpassungsgleichgewicht erreicht, so sind sie konstant geworden, und in diesem Zustande der Konstanz dürften die meisten Arten der Gegenwart sich befinden. Ändert man die äußeren Lebensbedingungen solcher Arten, so können sie in erneuter Anpassung abändern; andernfalls

gehen sie zugrunde. Wir müssen annehmen, daß nach erreichtem Anpassungsgleichgewicht, wie wir es bei den meisten der heute lebenden Tiere und Pflanzen beobachten, auch die inneren Triebkräfte das Ende ihrer Wirksamkeit erreicht haben, wie die ontogenetischen Dominanten im erwachsenen Körper eines Säugetieres oder Vogels. Nur in der Variation, d. h. in der stoßweise erfolgenden Abänderung bei der Fortpflanzung unter gleichbleibenden Lebensbedingungen, machen noch innere Kräfte sich geltend, die entweder den Systemkräften oder den Dominanten zuzurechnen sind.

165.

In der Anpassung werden neue Merkmale erworben und gehen alte verloren. So haben die farblosen Blütenpflanzen die chlorophyllhaltigen Laubblätter verloren und dafür die Eigenschaft erworben, organische Kohlenstoffverbindungen zu assimilieren. Solch negativer und positiver Erwerb der Organismen wird auf die Nachkommen vererbt, und mir ist unerfindlich, wie man sich darüber streiten kann, ob erworbene Eigenschaften der Organismen vererbbar seien oder nicht. Nur das nicht alle vom Einzelwesen erworbenen Eigenschaften vererbbar sind, ist sicher. Wenn z. B. ein Mensch durch Übung seine Armmuskeln außergewöhnlich verstärkt, so braucht solche erworbene Eigenschaft sich nicht auf seine Kinder zu vererben, und das dem Gedächtnis eingeprägte Wissen eines Menschen vererbt sich nicht. Es kann also nur zur Frage stehen, welche erworbenen Eigenschaften vererbbar sind, und welche es nicht sind.

166.

Man hat die Abstammungslehre auch Darwinismus genannt, weil sie durch Darwins Schriften zur allgemeinen

Verbreitung gelangte. Neuerdings will man das Wort Darwinismus auf die Selektionshypothese einschränken, wie ich glaube mit Unrecht. Denn wenn auch die allgemeine Abstammungsidee lange vor Charles Darwin ausgesprochen und von Lamarck mit dem Prinzip der Vererbung erworbener Eigenschaften verknüpft wurde, so hat doch erst Darwin dem Abstammungsgedanken allgemeine Geltung zu verschaffen gewußt, indem er die bemerkenswerten Ideen der Divergenz, der Selektion und der Pangenesis hinzufügte. Aber gerade das Selektionsprinzip ist nicht von Darwin allein als bildender Faktor für die Entstehung neuer Arten in Anspruch genommen worden, sondern der gleiche Gedanke wurde zu gleicher Zeit auch von Alfred Wallace ausgesprochen, und in der Veröffentlichung dieses Gedankens gebührt sogar Wallace die Priorität. Aus diesem Grunde trage ich Bedenken, das Wort Darwinismus auf die Selektionslehre zu beschränken.

167.

Von der Pangenesis soll hier nicht weiter die Rede sein, da ich sie für gänzlich verfehlt halte; dagegen verdient das Prinzip der Selektion, d. h. der Entstehung von neuen Arten durch „Naturzüchtung“, unsere Aufmerksamkeit. Darwin glaubte in der Naturzüchtung den wichtigsten phylogenetischen Hebel zu erblicken; nach meiner Überzeugung ist sie ein untergeordneter Faktor, der nur dazu dient, solche in der Variation entstandenen Formen zugrunde gehen zu lassen, die den gegebenen Lebensbedingungen nicht hinlänglich angepaßt sind. Der Kampf ums Dasein, wie Darwin die Naturzüchtung auch nennt, kann unmöglich positiv wirken, d. h. neue und besser angepaßte Formen erzeugen; seine Wirksamkeit ist eine negative, indem er nur die schlecht

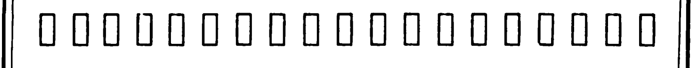
angepaßten Formen ausmerzt. Für dies Urteil fällt schwer ins Gewicht, daß wir nicht ein einziges Erfahrungsbeispiel für positiv züchtende Wirkung des Kampfes ums Dasein kennen. Wohl greift die Selektion in der Phylogonie regulierend derartig ein, daß alle nicht mehr erhaltungsmäßigen und anpassungsfähigen Seitensprünge der Entwicklung ausgetilgt werden, gerade wie derartige Seitensprünge der Ontogonie zum Abort führen; doch die so überaus zweckmäßigen Anpassungen selbst sind aus dem Selektionsprinzip nicht erklärbar. Denn für den Kampf ums Dasein kommen nur die in zufälliger Abänderung bei der Variation entstandenen Formen und Merkmale in Betracht; würde der Kampf ums Dasein positive Anpassungen schaffen, so müßte die ganze so wundervolle und so komplizierte Zweckmäßigkeit im Aufbau der Tiere und Pflanzen durch den Zufall hervorgebracht sein. Allerdings behaupten dies manche Anhänger der Selektionslehre. Allein abgesehen davon, daß eine solche Wirkung des Kampfes ums Dasein bisher nur spekulativ erörtert worden ist, und noch niemand die Erzeugung einer zweckmäßigen Abänderung an einem Tiere oder einer Pflanze durch Naturzüchtung beobachtet hat, scheint mir diese Idee der Entstehung so weitgehender Zweckmäßigkeiten durch den Zufall auch logisch unhaltbar zu sein. Alle vorliegenden Beobachtungen drängen wohl zu dem Schlusse, daß die Veränderung der Lebensbedingungen in einer Pflanze Kräfte auslösen kann, die eine zweckmäßige Umgestaltung derselben veranlassen; aber diese Kräfte wirken von innen heraus und nicht von außen her auf die Pflanze, wie der Kampf ums Dasein es tut. Ganz verfehlt aber scheint es mir zu sein, die zufällige Wirkung des Kampfes ums Dasein zu vergleichen der intelligenten Auslese eines Tier- oder Pflanzenzüchters, der

aus den Einzelwesen einer Aussaat nur solche Individuen behält, die ihm nützliche Verbesserungen der Rasse zu bieten scheinen und diese allein fortpflanzt. Menschliche Intelligenz und blinder Zufall sind inkommensurable Werte. Dabei lehrt die Erfahrung noch, daß die durch menschliche Auslese gewonnenen neuen Kulturrassen alsbald wieder schwinden und zugrunde gehen, wenn die Intelligenz des Menschen die Züchtung nicht fortgesetzt überwacht. Sollte man eine Analogie zwischen menschlicher Züchtung und unbewußter Naturzüchtung annehmen wollen, so würde eine solche Analogie nicht einmal zugunsten der Neubildung von Formen sprechen, die, sich selbst überlassen, Beständigkeit zeigen, weil die künstlich gezüchteten Rassen unbeständig sind. Aus allen diesen Gründen kann der Selektion durch den Kampf ums Dasein weder ein maßgebender Einfluß bei der Neubildung von Arten noch bei der Neubildung zweckmäßiger Organe eingeräumt werden. Für die Bildung des Zweckmäßigen in der Natur vermag ich nur ihrem Wesen nach unbekannte Kräfte — Dominanten — anzunehmen.

168.

Unter den führenden Geistern, die im vorigen Jahrhundert neben Charles Darwin der Abstammungslehre einen so gewaltigen Einfluß nicht nur auf das Denken der Biologen, sondern der Menschheit zu verschaffen wußten, steht der Botaniker Karl Nägeli an vorderster Stelle. Seinen scharfsinnigen Ausführungen ist es zu danken, daß unter den Botanikern der Gegenwart nur noch sehr wenige dem Selektions- oder Konkurrenzprinzip eine Bedeutung für die Umbildung der Arten zuschreiben. Bei der außerordentlichen Wichtigkeit der Sache möchte ich eine besonders prägnante Äußerung Nägelis im Wortlaute anführen:

„Nach meiner Ansicht beseitigt die Konkurrenz nur das weniger Existenzfähige; aber sie ist gänzlich ohne Einfluß auf das Zustandekommen alles Vollkommeneren und besser Angepaßten. Der Unterschied zwischen beiden Theorien offenbart sich am deutlichsten, wenn wir uns fragen, wie die Reiche wohl beschaffen wären, wenn die Konkurrenz ganz mangelte. Nach der Selektionstheorie müßte mit dem Auftreten der Geschlechtsdifferenz die Entwicklung der Reiche bei mangelnder Konkurrenz aufgehört haben, weil nun eine ungehemmte Kreuzung die organische Welt in einem Chaos festgebannt hätte. Nach meiner Ansicht dagegen würden sich auch bei fehlender Konkurrenz alle Organismen, die wir jetzt kennen, gebildet haben; es wäre in der nämlichen Zeit aus der einzelligen Alge ein Eichbaum und aus dem Infusorium ein Säugetier geworden; aber es wären neben den jetzt lebenden Wesen auch noch die Abkömmlinge aller derjenigen vorhanden, welche der Kampf ums Dasein verdrängt und vernichtet hat. Nach der Meinung Darwins ist die Veränderung beliebig, richtungslos, daher in verschiedenen Individuen ungleich; nach meiner Ansicht hat sie einen bestimmten Charakter und daher in den verschiedenen Individuen eine gewisse Übereinstimmung.“ Nägelis Ansicht läßt sich auch kurz dahin zusammenfassen, daß die stammesgeschichtliche Umbildung der Organismen durch innere Kräfte geschieht, wie sie auch die Entwicklung des Keimes zu einem fertigen Vogel oder Säugetier beherrschen. Diese Ansicht hat bisher niemand mit Erfolg zu bekämpfen, geschweige denn zu widerlegen vermocht.



Elftes Kapitel.

Die Abstammungslehre und der Mensch.

169.

Die Abstammungslehre ist wohl nur darum den weitesten Kreisen interessant geworden, weil sie den Menschen in ihren Bereich gezogen hat und einige Naturforscher ihn für einen fortentwickelten Affen erklärten. Es ist niemals bezweifelt worden, daß der Mensch seinem Körper nach zu den Säugetieren gehört, und Linné hat ihm in diesem Sinne den Artnamen Homo sapiens erteilt. Auch entsteht und entwickelt sich der Mensch bis zu seiner Geburt wie ein Fisch, ein Frosch, ein Huhn oder ein Kaninchen. Bei dieser Übereinstimmung in der Ontogonie kann es nicht Wunder nehmen, wenn eine konsequente Phylogonie, die das Divergenzprinzip zur Voraussetzung nimmt, wenigstens die Möglichkeit ins Auge faßt, daß der Mensch sich von einer Affenart abgezweigt habe, oder daß Menschen und Affen die divergenten Äste eines gemeinsamen Stammbaumes seien. Denn unter allen Säugetieren sind die sogenannten Menschenaffen oder Anthropoiden dem Menschen zweifellos am ähnlichsten. Der Schluß auf eine Blutsverwandtschaft zwischen den Menschenaffen Schimpanse, Gibbon, Gorilla, Orang-Utan und den Menschen lag um so näher, wenn

man die ungeheure geistige Kluft zwischen Affen und Menschen unbeachtet ließ, oder wenn man die geistigen Fähigkeiten des Menschen, wie sie in logischem Denken und Abstraktionsvermögen, in der Sprache, den Werkzeugen, der Kunst uns entgegentreten, geflissentlich übersah, wobei man die geistige Befähigung des Menschen der tierischen für wesensgleich und nur dem Grade nach verschieden erklärte. Ganz anders freilich mußte das Ergebnis lauten, wenn man für die Ähnlichkeit zwischen Affe und Mensch das Konvergenzprinzip verantwortlich machte. Danach gestaltet sich die Einreihung des Menschen in das Tierreich so, daß Mensch und Affe verschiedenen Stammlinien angehören, die bis auf gleichzeitig in grauester Vorzeit entstandene, doch von einander verschiedene Urzellen zurückführen, und die im Laufe der Phylogonie Organismen hervorgebracht haben, die bei beträchtlicher Annäherung in körperlicher Hinsicht doch eine große Verschiedenheit auf geistigem Gebiete erreichten. Bei solcher Bevorzugung des Konvergenzprinzips ist eine gemeinsame Genealogie von Menschen und Affen ausgeschlossen. Man kann dann weiter annehmen, daß die Stammlinie des Affentypus sich zuletzt in viel zahlreichere Äste gespalten hat als die des Menschentypus, der nur in die bekannten fünf Rassen sich verzweigte. Man könnte sogar so weit gehen, für jede dieser Menschenrassen eine besondere Urzelle anzunehmen. Da die Erfahrung nicht das geringste aussagt, weder zugunsten der Divergenztheorie noch der Konvergenztheorie, so handelt es sich in der Gegenüberstellung beider um die Erörterung von Möglichkeiten, die man theoretisch durch Herbeiziehung von Wahrscheinlichkeitsgründen zu stützen sucht. Wer den Nachdruck auf die geistige Verschiedenheit von Menschen und Affe legt, wird vielleicht die Konvergenzhypothese bevorzugen. Wer dagegen nur

das Sichtbare, das Körperliche berücksichtigt und dabei Anhänger der Divergenzhypothese ist, wird den Menschen und den Affen auf eine gemeinsame Stammeswurzel zurückzuführen geneigt sein. Ein Wissen auf diesem Gebiete gibt es nicht; auch logisch ist eine Notwendigkeit, den Menschen vom Affen abstammen zu lassen, nicht einzusehen. Fassen wir alle unsere Erfahrung zusammen, so gelangen wir zu dem Satze, daß der Ursprung des Menschen uns verborgen ist. Wir wissen nur so viel, daß es im Laufe der Erdgeschichte bis gegen das Ende der Tertiärzeit hin keine Menschen gegeben hat. Ist auch der Mensch phylogenetisch auf eine Urzelle zurückzuführen, so scheinen von den zwischen jener Urzelle und den entwickelten Menschen in der Zeit vom Silur bis zum Tertiär vorhanden gewesenen Bindegliedern keine Reste erhalten geblieben zu sein. Auch der ausgezeichnete Paläontologe Branco erklärt den Menschen für ein ahnenloses Wesen, soweit unsere Erfahrung in Betracht kommt.

170.

Die Abstammungslehre ist dadurch populär geworden, daß Charles Darwin als Vertreter des Divergenzprinzips sich zu der Meinung bekannte, „der Mensch sei mit andern Säugetieren der gemeinsame Nachkomme eines gleichen Erzeugers". Dieser gemeinsame Erzeuger soll nach Darwin ein Vierhänder gewesen sein; die Vierhänder wie alle Säugetiere stammten wahrscheinlich von einem alten Beuteltiere ab und dieses von irgendeinem amphibienähnlichen, das wieder von einem fischähnlichen Wesen und letzteres endlich von einem Tiere, das den heute lebenden Aszidienlarven ähnlich war. Darwin selbst hat indessen diesen Gedankengang, zu dem er besonders durch vergleichend-morphologische Betrachtungen hingeführt wurde, für ein Ergebnis spekulativer Phantasie erklärt.

171.

An dieser Stelle sei noch auf ein aus der Vergleichung genommenes Argument hingewiesen, das Darwin noch nicht kannte. Es besteht in der größeren chemischen Ähnlichkeit, die das Blut der Menschenaffen mit dem Blute des Menschen als mit dem der übrigen Affen zeigt. Es hat sich herausgestellt, daß das Blut verschiedener Tiere in der Weise giftig aufeinander wirkt, daß das farblose Blutserum des einen Tieres die roten Blutkörperchen des andern Tieres auflöst. Dies geschieht indessen nicht, wenn es sich um nahe verwandte Rassen handelt. Nun hat man beobachtet, daß das Blut der Menschenaffen die roten Blutkörperchen des Menschen nicht zu lösen vermag; daraus hat man auf eine enge genetische Verwandtschaft zwischen beiden geschlossen. Allein, so interessant und beachtenswert diese Tatsache ist, so fügt sie den längst bekannten Ähnlichkeiten zwischen Mensch und Affe doch nur eine neue hinzu, die mit jenen die gleiche Deutung erfahren muß, sobald wir uns auf den Boden des Konvergenzprinzips stellen. Außerdem ist die Unwirksamkeit des Blutes eines Tieres auf die Blutkörper eines andern kein unbedingter Beweis für nahe Beziehungen beider. So vermögen das Blut des Fischersandwurmes und das Blut des Taschenkrebses die roten Blutkörper der Möve und der Ratte nicht aufzulösen. Ein entscheidender Wert für unser Wissen von der Abstammung des Menschen ist daher diesen interessanten Versuchen über die chemischen Eigenschaften des Blutes verschiedener Tiere nicht beizulegen.

172.

Das sicherste Ergebnis der geologischen und paläontologischen Forschungen über das Alter des Menschengeschlechts

und sein erstes Auftreten auf Erden läßt sich dahin zusammenfassen, daß die frühesten Reste von Menschen in Gestalt von Knochen und Geräten dem jüngeren und mittleren Diluvium angehören. Die Diluvialzeit ist die der Gegenwart zunächst vorausgegangene, und das Alter jener frühesten Spuren des Menschen dürfte auf etwa 30000 Jahre zu veranschlagen sein. Die diluvialen Ablagerungen, in denen man die ältesten Schädel- und Schenkelknochen von Menschen gefunden hat, werden von der heutigen Geologie als ein Erzeugnis der Eiszeit angesehen, d. h. als Moränenschutt einer ungeheuren Vergletscherung, die vom Nordpol bis über Mitteleuropa, Mittelasien und Nordamerika sich erstreckte. Dem Diluvium voraus ging die Tertiärzeit; die dahin zu rechnenden Erdmassen sind Meeresablagerungen wie alle früheren Erdformationen bis zum Silur und Kambrisch hinauf. Während der Tertiärperiode sind die Gattungen von Blütenpflanzen, Säugetieren, Vögeln usw. entstanden, die wir gegenwärtig in lebendem Zustande antreffen. Von tierischen Vorfahren des Menschen ist aber aus dem Tertiär keine Spur bekannt geworden, obgleich zahlreiche fossile Affen in den tertiären Ablagerungen gefunden wurden. Völlig hypothetisch ist eine vortertiäre Stammform sowohl des Affen wie des Menschen. Diese Ahnenlosigkeit des diluvialen Menschen hat ein Seitenstück darin, daß in der oberen Kreide plötzlich und unvermittelt die ältesten monokotylen und dikotylen Blütenpflanzen auftreten, ohne daß in den vorausgegangenen Erdschichten ihre phylogenetischen Ahnen nachzuweisen wären.

173.

Was den Diluvialmenschen selbst anlangt, so sind die aufgefundenen Reste hinreichend, um darzutun, daß es ein

Mensch von ähnlicher Höhe der Organisation war wie wir. Wohl war zur Diluvialzeit der Mensch noch äußerst spärlich auf der Erde vorhanden; allein die diluvialen Menschenknochen stimmen mit den Knochen der heute lebenden Menschen im wesentlichen überein, so daß die diluviale Urrasse sich zwanglos dem heutigen Menschentypus einfügt. Wir können somit sagen, daß die Linnésche Art Homo sapiens seit der Diluvialzeit eine im wesentlichen konstante geblieben ist, soweit ihr Skelett in Betracht kommt. Zwar gab es bereits zur Diluvialzeit einige Rassenunterschiede; so sind im Neandertale und bei Krapina in Kroatien im Diluvium Schädel gefunden worden, die in Knochenbau und Zähnen einerseits den heutigen Australnegern ähnlicher zu sein scheinen, andererseits aber auch etwas mehr an den Affenschädel erinnern, als die meisten der diluvialen Schädel es tun. Daraus indes den Schluß ziehen zu wollen, daß in diesen Schädeln eine Übergangsform von Mensch und Affe vorläge, wäre voreilig. Die Neandertal- und Krapinaschädel sind echte Menschenschädel, die nur einer tiefstehenden Rasse angehören. Will man bei ihnen überhaupt von Affenähnlichkeit sprechen, so dürfte diese meines Erachtens am ehesten als Konvergenzerscheinung zu deuten sein.

174.

Ebensowenig kann davon die Rede sein, daß die im Jungtertiär der Insel Java gefundenen Knochen, denen man den Namen Pithekanthropus (Affenmensch) gegeben hat, das ersehnte Bindeglied zwischen Mensch und Affe beweiskräftig darstellen. Schon Virchow hat sich mit der Vorsicht eines echten Naturforschers dahin ausgesprochen, es stehe nicht fest, ob jene Knochen von ein und demselben Tiere herrühren, auch wären die Skelettreste zu unvollständig, um

eine klare Vorstellung von der Beschaffenheit des Tieres gewinnen zu lassen. Der wichtigste dieser Knochen ist ein Schädeldach mit verhältnismäßig weiter Kapsel, die auf ein relativ großes Gehirn schließen läßt, scheint aber einer Affenart anzugehören, nach R. Hertwig einem ausgestorbenen Typus aus der Verwandtschaft des Gibbon. Wie alle übrigen Ähnlichkeiten zwischen Affen- und Menschenleib, scheint mir auch die weitere Schädelkapsel des Pithekanthropus sich am einfachsten als Konvergenzerscheinung deuten zu lassen. Der Pithekanthropus gehört daher nach meinem Dafürhalten in den Stammbaum der heutigen Affen, nicht in die Stammlinie des Menschengeschlechts.

175.

In jedem Falle bleibt eine tierische Abstammung des Menschen unbewiesen; sie ist eine willkürliche Hypothese, ein Spiel der Gedanken, der Phantasie. Will man aber aus der Ähnlichkeit zwischen Menschen- und Affengestalt auf einen divergenten Ursprung aus gemeinsamem Stamme schließen, so enthält die Hypothese der Abzweigung des Menschen aus der Stammlinie eines Menschenaffen etwas überaus Gewaltsames, weil die Entstehung eines Menschengehirns aus einem Affenhirn einen ungeheuren Sprung bedeuten würde, wie er niemals erfahrungsmäßig bei sonstigen Abänderungen von Tieren beobachtet worden ist. Es kann hierbei nicht ankommen auf Umfang und Gewicht des Gehirns, sondern auf seine feinste innere Organisation, die dem Menschen sein ganzes geistiges Leben ermöglicht, während die seelischen Fähigkeiten den Affen unbedingt in die Tierwelt verweisen. Für den fundamentalen Unterschied der seelischen Eigenschaften spricht genugsam die eine Tatsache, daß die Affen seit der Diluvialzeit keine geistige und damit

geschichtliche Fortentwicklung gezeigt haben, sondern vollständig auf der Stufe der Säugetiere verharrten. Wenn tierähnliche Vorfahren des Menschen durch die ungeheure Ausdehnung der Tertiärzeit hindurch bis in das Vorkambrische und bis zu einer Urzelle hinaufgereicht haben, so brauchen jene tierähnlichen Ahnen, für die ich, wie für alle Vorfahren jetzt lebender Organismen, die Bezeichnung „Phylembryonen“ vorschlug, ebensowenig menschliche Vernunft betätigt haben, wie die Embryonen der heute lebenden Menschen. Dies allein würde dem Prinzip der Analogie zwischen Ontogonie und Phylogonie entsprechen.

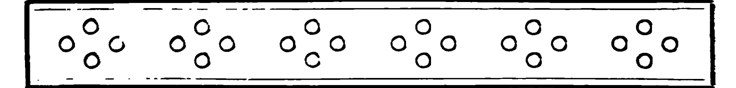
176.

Bei dieser Auffassung über den Ursprung des Menschengeschlechts bin ich mir völliger Wunschlosigkeit bewußt. Würde die Naturforschung imstande sein, den Ursprung des Menschen tatsächlich aufzuklären, so wäre mir jede Lösung der Frage recht, die der Wahrheit entspräche. Ich kann aber nicht verhehlen, daß nach meiner Ansicht diejenigen, welche heute dogmatisch verkünden, die Abstammung des Menschen von einem Menschenaffen sei bewiesen, bewiesen durch den Pithekanthropus, den Neandertalschädel, die Ähnlichkeit des Blutes usw., von einem Vorurteile bzw. Wunsche sich leiten lassen und, aller Regeln der Naturwissenschaft vergessend, da von Beweisen sprechen, wo nur von fernen Möglichkeiten die Rede sein kann. Der hierbei gemachte Fehler fällt um so mehr ins Gewicht, als es sich um eines der wichtigsten Probleme handelt, die den Menschengeist überhaupt beschäftigen können. Ich meinerseits ziehe es vor zu erklären, daß wir über den Ursprung, bzw. die Abstammung des Menschen nicht das geringste

wissen, und daß die Frage des eigenen Daseins für menschliche Wissenschaft vielleicht immer ein unlösbares Rätsel bleiben wird.

177.

Das scheinbar so stolze Gebäude der dogmatischen Abstammungslehre des vorigen Jahrhunderts liegt heute in Ruinen; doch die Wissenschaft darf dies nicht bedauern. Denn aus jenen Ruinen erblüht neues Leben in einer kritischen Abstammungslehre, die in vorsichtiger Selbstbesinnung sondert, was im Bereiche der Phylogonie Tatsache, was Idee und was Hypothese ist, wo unser Wissen aufhört und unser Nichtwissen beginnt. Wir üben dabei mancherlei Entsagung, wie wir sie auch gegenüber den prähistorischen Funden und Vorgängen der Menschengeschichte üben müssen. Die Konstruktion eines Dogmengebäudes aus bloßen Möglichkeiten kann wissenschaftlich nicht befriedigen; nicht einen historischen Roman wollen wir schreiben, sondern wirkliche, und das ist kritische Stammesgeschichte treiben. Nicht Blendwerk erstreben wir, sondern Wissenschaft. Wenn auch vielleicht jeder Abstammungslehre der Zukunft ein wenig Alchymie anhaften wird, so gilt doch auch für ihren künftigen Ausbau die Regel: So viel Erfahrung, so wenig Hypothese wie möglich. Freilich, wenn eine gewissenhafte Naturforschung bekennen muß, daß wir über die Abstammung des Menschen nichts wissen und nicht einmal einleuchtende Vermutungen aufzustellen vermögen, so wird damit die Abstammungslehre für viele ihre Anziehungskraft verlieren. Das muß der Wissenschaft gleichgültig sein; denn eine unkritische Wissenschaft ist keine Wissenschaft.



Zwölftes Kapitel.

Der Weg zum Wissen.

178.

Wir wollen durch die Wissenschaft die Natur dem Menschengeiste unterwerfen. Der Wunsch, die Natur zu erkennen, ist das Leitmotiv unseres Denkens und Handelns. Die Welt umspannt unsere Gedanken und einen Ozean von Tatsachen. Wir richten die Gedanken auf die Tatsachen; wir gelangen durch Aufmerksamkeit und Beobachtung zur Erfahrung. Die Erfahrung ist somit abhängig sowohl von den Tatsachen wie von der Beschaffenheit unserer Sinne und unseres Verstandes. Die Erfahrung besteht im Erkennen und in der Deutung des Erkannten. Sie wird unterstützt oder vorbereitet durch geistige Anschauung, ein oft blitzartiges Erfassen von Zusammenhängen durch den Verstand. Unmerklich geht das naturwissenschaftliche Denken über in das philosophische; man sollte sorgfältiger darauf achten, wo ersteres aufhört und letzteres anfängt. Doch die Einheit unserer Persönlichkeit gestattet nicht, hier scharfe Grenzen zu ziehen. Wie die Wissenschaft nicht für die Wissenschaft da ist, sondern für den Menschen, so fordert auch der ganze Mensch sein Recht an der Wissenschaft.

179.

Die ganze Natur mit Einschluß des menschlichen Geisteslebens soll uns Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung und Erkenntnis sein. Es gibt keinen wahrhaft gebildeten Menschen, dem nicht die Frage aufgestiegen wäre, wie er sich den Zusammenhang der Dinge oder Erscheinungen zu denken habe, in die er mitten hinein gestellt ist, und die seine Welt ausmachen. Dies ist der Anfang der Wissenschaft. Die Wissenschaft sucht die Gesamtheit der Naturdinge, d. h. die Erscheinungen, zu beurteilen, zu begreifen, zu beschreiben. Die Tatsachen werden der Wissenschaft von der Natur geliefert, ja aufgedrängt; ihre Beschreibung ist wissenschaftliches Handeln und Schaffen. Eine genaue und vollständige Beschreibung der Natur ist das Ziel, das Ideal der Wissenschaft. Vollständige Beschreibung nennt man auch Erklärung. Eine solche Beschreibung soll in sich widerspruchsfrei sein, und sie soll das Unbekannte auf ein Bekanntes zurückführen. Dies gelingt nur durch Vergleichung; darum besteht in der Vergleichung die wichtigste Arbeit der Wissenschaft. Aus ihr entspringt eine zweckmäßige Ordnung oder Klassifikation der Erfahrungen. Ein Vielfältiges und Mannigfaltiges können wir nur verstehen, wenn wir es ordnen. Im Klassifizieren kommt auch die Kunst zur Geltung, das Wesentliche vom Unwesentlichen, das Bedeutendere vom Unbedeutenderen zu scheiden.

180.

Der Mensch kann nur menschlich empfinden, denken und vorstellen. Alle Wissenschaft ist unvollkommen, weil sie menschlich ist. Der Vorwurf des Anthropomorphismus wissenschaftlichen Auffassungen gegenüber ist unberechtigt. Die Sicherheit alles menschlichen Wissens ist nicht absolut, sondern relativ; es gibt nur anthropomorphe Wissenschaft.

181.

Eine Weltanschauung zu gewinnen, ist eines jeden Ziel. Nicht nur die Philosophie, auch die Naturforschung arbeitet daran. Trotz aller Verschiedenheit im einzelnen ist die Geistesarbeit beider verwandt. Die Wissenschaft will und soll sich in ihrer Darstellung der Naturerscheinungen diesen anpassen; dabei reicht Messen und Zählen nicht aus, denn in der Natur herrscht Arbeit, Zusammenhang, Gestaltung, Ordnung, Harmonie. Wißbegierde und Wahrheitsdrang sind die Triebfedern der Forschung. Diese hebt an mit der Anschauung, die durch den ersten Eindruck der Erscheinungen in uns geweckt wird. Die Anschauungsbilder werden analysiert, dem Urteil und der Deutung unterworfen, die Ansicht schließlich durch Einsicht ersetzt; dann beginnt die Phantasie ihr Werk, die gewonnenen Kenntnisse durch Hypothesen zu verbinden und als Bausteine zu einem Ganzen zusammenzufügen. Das ist die Tätigkeit aller Wissenschaft, auch der Naturwissenschaft. Das hierbei erstrebte Naturbild soll einleuchtend und möglichst einfach sein, d. h. durch Hinweglassung des Unwesentlichen demjenigen Nervenkraft ersparen, der es sich anzueignen sucht. Auch darin verfährt die Wissenschaft nach dem Prinzip der Sparsamkeit, daß sie durch Tradition mittels Sprache und Schrift die von allen früheren Forschern gemachten Erfahrungen den später Kommenden überliefert, und es für sie unnötig macht, die ungeheure Erfahrungsarbeit ihrer Vorgänger persönlich zu wiederholen. In der Literatur sind die Erfahrungen und die wissenschaftlichen Gedanken der Vergangenheit aufgespeichert.

182.

Die wissenschaftlichen Bilder haben kleinere oder größere Ausschnitte der Natur zum Gegenstand. Jedes Nachbild

der Natur soll dieser so weit entsprechen, wie das nach unserm menschlichen Verstande möglich ist; dabei erleichtern Klarheit und Einfachheit des Bildes die Prüfung seiner Richtigkeit. So wird der Naturforscher in gewissem Sinne zum Bildermaler wie der Historiker. Seine Tätigkeit, die wissenschaftliche Naturbetrachtung, unterscheidet sich von der Betrachtungsweise des täglichen Lebens nur durch genaueres Zusehen, das bis auf den Grund zu dringen sich abmüht. Es ist die Arbeit eines Pioniers, der unter Verwertung der konzentrierten Erfahrung aller Zeiten und Menschen, unter Ausstoßung ihrer Irrtümer immer tiefer in die Natur einzudringen, immer neue Erfahrungsschätze zu sammeln und diese durch die denkende Vernunft zu verknüpfen sucht. Das letzte Ziel ist ein Weltbild, das selbstredend nicht außer uns, sondern in uns liegt. In solchem Bemühen sucht der Mensch das große Drama der Natur nachzudichten, und die Gestaltung seines Wissens wird zu einer künstlerischen Aufgabe, die künstlerische Anschauung erfordert. Ein Naturforscher, der auf jede Weltanschauung verzichtete, bliebe ein Handwerker, ein Steinmetz; zum Baumeister könnte er es nicht bringen.

183.

Jedes Naturbild hat eine objektive und eine subjektive Seite derselben Sache; die objektive Seite nennen wir Geschehen, die subjektive Wissen. Wenn die Wissenschaft alle früheren Erfahrungen verwertet, so soll sie sich doch frei halten von dem suggestiven Einflusse überkommener Lehrmeinungen, die überlieferten Erfahrungen so leicht anhaften. An einer Lehrmeinung darf der Fortschritt im Wissen nicht erlahmen; sie darf ihn nicht einmal ins Stocken bringen, die Kraft unbefangenen Denkens nicht beeinträchtigen. „Satzungen und Formeln“, sagt Kant, „sind die Fußschellen

einer immerwährenden Unmündigkeit." Dennoch hat jedes Wissen und jede Forschung Voraussetzungen, wie es ein voraussetzungsloses Geschehen nicht gibt. Nicht voraussetzungsloses Wissen sollen wir anstreben, denn das ist unmöglich, wir sollen nur die Voraussetzungen unseres Wissens kennen und sie als das, was sie sind, zugestehen. Wenn man die Forderung einer voraussetzungslosen Forschung erhoben hat, so hat dies nur insoweit einen Sinn, als es sich handelt um eine Forschung unter Voraussetzungen, die allgemein eingeräumt werden. Eine weitere Forderung ist, daß wir in der Wissenschaft von möglichst verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachten, um den Fehler der Einseitigkeit und damit die Gefahr einer willkürlichen Dogmatik zu vermeiden. Nur dadurch gelangen wir zu jener Objektivität, die ein Minimum der Widersprüche zwischen unsern eigenen Anschauungen und ein Minimum der Meinungsverschiedenheit verschiedener Köpfe darstellt. Eine Wissenschaft, in der es keine Meinungsverschiedenheit gibt, nennt man exakt. Ich kenne keine andere exakte Wissenschaft als die Mathematik und die mathematischer Formulierung oder apodiktischer Beweisführung zugänglichen Teile der Astronomie, der Physik, der Chemie usw. Der Biologie fehlen großenteils die Merkmale der Exaktheit.

184.

Die Naturwissenschaft ist insofern im Prinzip eine exakte Wissenschaft, als sie sich die Ermittlung von Tatsachen zum Ziele setzt. Als richtige Tatsache gilt uns eine solche, die beliebig viele Beobachter unter den gleichen Bedingungen beobachten und übereinstimmend beschreiben. Wenn wir von der Naturforschung fordern, daß sie uns Gewißheit gibt, so äußert sich solche Gewißheit im Grunde

doch nur in Meinungen. Jeder Fortschritt der Wissenschaft besteht daher in einer fortwährenden Berichtigung unserer Meinungen über die Tatsachen. Wir übersehen gar zu leicht, wie in einer Meinung sich Hypothesen und Möglichkeiten mit Tatsachen verquicken. Wir haben beides zu sondern, wie man die Spreu vom Weizen sondert, die doch miteinander eingeerntet sind. In der Erörterung von Möglichkeiten und Hypothesen aber handelt es sich nicht mehr um Erforschung der Natur, sondern um deren Deutung und um das Suchen neuer Wege zu ihrer Erforschung. Allerdings sucht jede Weltanschauung nach Formeln, weil sie deren zu ihrer Darstellung nicht entbehren kann; solche Formeln haben indessen nur dann einen Wert, wenn sie von Tatsachen abgeleitet werden, die allgemein anerkannt sind. Wenn man aber, wie das leider nicht selten geschieht, die Augen gegen offenbare Tatsachen verschließt, um einen eingenommenen Standpunkt dogmatisch aufrecht zu erhalten, so hört damit jede Wissenschaft auf. Freilich ist es menschlich, daß Wahrheit und Irrtum in einem Kopfe nebeneinander wohnen. In den Fallgesetzen hat Galilei eine unzweifelhafte Wahrheit enthüllt, die seither geistiges Eigentum eines jeden Naturforschers geworden ist; daneben lehrte Galilei noch den horror vacui, ein irrtümliches Dogma. Wir müssen unsern Verstand richtig gebrauchen lernen, um Wahrheit und Irrtum voneinander zu unterscheiden, und die zweckmäßige Anwendung von Hypothesen ist hierbei eine wichtige Aufgabe. So muß ich die Annahme machen, daß die Natur erforschbar sei, denn ich würde sonst nicht forschen. Ob diese Annahme aber für den ganzen Bereich der Natur zutrifft, kann ich nicht wissen, weil dieser Bereich noch nicht erforscht ist, weil wir bis jetzt nur einen verschwindenden Bruchteil der Natur kennen, den wir begreif-

lich nennen dürfen. Ob außer diesem Bruchteil nicht ein großes Stück der Natur für uns unbegreiflich ist, darüber läßt sich nichts aussagen. Es ist von Wichtigkeit, und die Ehrlichkeit fordert, es hervorzuheben, daß manche Naturerscheinungen bei dem gegenwärtigen Stande unseres Wissens für uns unbegreiflich sind. So ist es unbegreiflich, wie unter Mitwirkung des Gehirns das Denken zustande kommt, wie im Aufeinanderprallen von Atomen sich das helle Licht des Bewußtseins entzünden soll. Wenn wir dennoch ein Weltbild zu zeichnen suchen, so kann ein solches nur einen provisorischen Wert haben. Wollen wir das Naturganze und das Zusammenwirken seiner Kräfte erkennen und darstellen, so entsprechen wir damit der Forderung Platos, im Vielen das Eine zu erblicken. Die Natur, die wir von anderem Gesichtspunkte aus als Summe aller Erscheinungen bezeichnen, wird uns damit zur Idee; die Frage: Was kann ich von dieser Natur wissen? zu einer Gewissensfrage.

185.

Die Grunderscheinungen des Verstandeslebens sind Intuition und Logik; unter den Wissenschaften behilft sich nur die Algebra ohne Anschauung. Der Beginn jeder Forschertätigkeit besteht in intuitiven Vorstellungen. Die Anschauung glaubt einen unmittelbaren Zusammenhang in der Natur wahrzunehmen; das Denken vermag nur logischen Zusammenhang zu finden. Das Anschauungsvermögen ist gewissermaßen ein geistiger Instinkt, eine Art Hellseherei. Die Anschauung ist auch etwas Künstlerisches, sie wurzelt im Gefühl, obgleich sie durch Wahrnehmungen erregt wird. Sie verleiht der denkenden Betrachtung Flügel. Die Bedeutung der Sinne des Körpers für die Wissenschaft kann nicht hoch genug bewertet werden. Ohne sie gibt

es keine Naturforschung; durch die Sinnlichkeit werden Ideen in uns ausgelöst. Diese Ideen sind Vorstellungsbilder unseres Geistes, die plötzlich, wie durch Blitzlicht, aus dem Dunkel hervortreten. Die Natur selbst ward vorhin Idee genannt; die Richtigkeit dieser Auffassung wird deutlich, wenn man das Wort Natur durch das Wort Kosmos ersetzt. Das Beispiel zeigt, daß Anschauung und Idee eine besondere, abgekürzte Art unseres Denkens sind. Sind sie anschaulich, so wurzeln unsere Ideen in Erfahrungen, aus denen abstrahierende Phantasie sie begrifflich abscheidet. Die Bedeutung der Ideen für die Wissenschaft ist eine große. Was bleibt von der ungeheuren Detailkenntnis des einzelnen Gelehrten übrig in der Erinnerung der Menschheit? Bestenfalls einige Entdeckungen positiven Inhaltes und unvergängliche Ideen.

186.

Verbindungen von Vorstellungsbildern und von Ideen untereinander nennen wir Assoziationen. Die Bildung der Assoziationen geschieht unbewußt und bleibt für jedes Nachdenken ein Wunder. Ist die Assoziation auch ein instinktiver Vorgang in unserer Seele, so handeln wir doch bewußt und willkürlich, wenn wir Assoziationen miteinander verknüpfen, wenn wir in unserm Gedächtnis nach ihnen stöbern, wenn wir unsere Erinnerungen herbeizwingen, unsere Aufmerksamkeit auf etwas richten. Die Fähigkeit zu Assoziationen ist uns gegeben, angeboren; sie ist eine Anpassung an unser Dasein, durch die wir die Assoziationen selbst erwerben. Eine Assoziation, z. B. daß Zucker süß schmeckt, ist für uns logisch deduzierbar, wie die Auflösung einer Gleichung. In der Intuition und den Assoziationen gelangt also ein instinktives Element zur Mitwirkung an unsern Naturbildern, unserer Weltanschauung. Erst nachher werden

jene Bilder wissenschaftlich zergliedert, kritisiert, begründet. Die nachträgliche Verstandesanalyse verdirbt häufig die Anschauung; dennoch ist sie unentbehrlich. Instinktive und bewußte Triebfedern drängen vereint zu einer Weltanschauung. Anschauendes Denken — das ist's, was wir der Natur entgegenbringen müssen.

187.

Das Denken ist ein Teil unseres Lebens. Die Denkerscheinungen, in denen wir die Naturanschauung gestalten, ziehen wie Bilder über die Bühne unseres Bewußtseins. Das Denken ist ein Handeln oder ein Erleiden. Das erstere ist gewollt, z. B. das Auflösen einer Gleichung, das letztere ungewollt; es liefert uns die für die Arbeit der Wissenschaft so wertvollen Einfälle. Es denkt in uns, wie es außer uns blitzt und donnert, sagte Lichtenberg. Auch das Denken knüpft, wie die Anschauung, an die Sinnlichkeit an. Vorstellungen sind Gedankenbilder, die durch Sinneserregung ausgelöst werden. Das Denken wurzelt somit in Erfahrung; Erfahrung und Denken stehen im Prozesse der wissenschaftlichen Arbeit in fortwährender Wechselwirkung. Die Ergänzung der Erfahrung durch das Denken ist eine Aufgabe der Wissenschaft. Wenn die Erfahrung allein uns kein unsern Verstand befriedigendes System von Tatsachen erschließt, müssen wir versuchen, jene Tatsachen durch Denken in Zusammenhang zu bringen. Denken wir konsequent und richtig, so ist das keine unlösbare Aufgabe. Ohne unser Zutun denkt es in uns weiter als die Erfahrung reicht; es spekuliert in uns, wir mögen wollen oder nicht, zustimmen oder widersprechen. Warum sollten wir solchem Denken in uns Halt gebieten? Es fordert nur sein gutes Recht, denn es ist eine Anpassung an die Bedingungen unseres Daseins. Die Methoden des Denkens wie der Er-

fahrung sind uns gegeben, ihre Anlage ist mit uns geboren; wir haben sie und können sie vervollkommnen. Die Denkarbeit ist keine mechanische Arbeit im Sinne der Physik. Das Denken gehört nicht bloß ins Gebiet der Logik, sondern auch in das der Psychologie und damit der Biologie und Entwicklungslehre. Denken wir aber, so tun wir das als logische Persönlichkeit. Den Kern unseres Denkens bildet das Beziehen der Erscheinungen aufeinander. Unter Innehaltung bestimmter Schemata, denen alles Denken unterworfen ist, gelangen wir damit zu Begriffen, Einteilungen, Systemen. Den künstlerischen Bildern der Anschauung entsprechen philosophische Bilder der Gedankenentwicklung und der Begriffe.

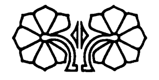
188.

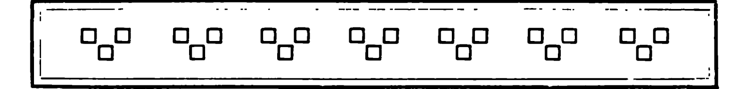
Jede Theorie ist ein Versuch, die Erscheinungen zu begreifen. Jeder Begriff, auch ein anschaulicher, wird durch Abstraktion gewonnen. An der Kritik der Begriffe hat die Wissenschaft zu arbeiten. „Die abstraktesten Begriffe," sagt ein Meister begrifflicher Zergliederung, d'Alembert, „die der gewöhnliche Mensch als die unzugänglichsten betrachtet, sind häufig gerade diejenigen, denen die größere Klarheit anhaftet; die Unklarheit scheint sich unserer Begriffe um so mehr zu bemächtigen, je mehr wir an einem Gegenstande seine sinnlich wahrnehmbaren Eigenschaften untersuchen." Die höchste Leistungsfähigkeit in der Begriffsbildung wird damit der Arithmetik zugeschrieben. Wir dürfen aber nicht verkennen, daß all unser Denken und alle unsere wissenschaftliche Arbeit es unmittelbar nur mit Begriffen zu tun hat.

189.

Man bemüht sich, die Begriffe durch Definitionen voneinander zu unterscheiden. Definitionen sind abgekürzte

Beschreibungen. So definiert man z. B. ein Ding als ein System, eine Gruppe von Vorstellungen. Wegen solcher Abkürzung geben Definitionen nur Teile der möglichen Beschreibung eines Begriffes wieder. Besitzt man von einem Begriffe Anschauung, so ist diese meist mehr wert als eine Definition. Definitionen dienen nicht selten dazu, dunkel zu machen, was schon anschaulich klar war. In der Wissenschaft fliegt die Anschauung oft wie eine Schwalbe, wo die Definition über klägliches Hinken am Boden nicht hinauskommt. Man kann überhaupt nicht alles definieren. Ich möchte sagen, es ist ein Glück, daß das anschaulich Vorgestellte sich meist der Definition entzieht, z. B. die Begriffe Mensch, Baum, Energie. Solche Begriffe bieten uns anschauliche Wahrheiten. Vom Begriffe des Lebens haben wir Anschauung, doch es gelingt keine schulmäßige Definition. Jeder von uns weiß, was Raum und Zeit ist; aber in den Definitionen von Raum und Zeit gehen die gelehrtesten Philosophen weit auseinander. Der Mensch ist der komplizierteste Begriff, den wir kennen, Raum und Zeit sind die einfachsten; alle drei sind gleich schwer treffend zu definieren.





Dreizehntes Kapitel.

Die Empfindungen und ihr Träger.

□□□

190.

Für all unser Wissen sind uns die Empfindungen als Grundlage gegeben. Halten sie durch die Sinne ihren Einzug in unser Inneres? Gewöhnlich nimmt man es an; für die Wissenschaft aber ist es ein Problem. Die Erregung der Nervenspitzen unserer Sinnesorgane ist ein Bewegungsvorgang materieller Teile, und wie aus Bewegung Empfindung werden soll, ist ebenso unbegreiflich und so unerklärbar, wie die Umwandlung von Empfindung in Bewegung; dies mag vorläufig genügen. Daß die Empfindungen mit Nervenprozessen zusammenhängen, ist nicht zu bezweifeln; man ist einig in der Überzeugung, daß jeder Empfindung eine Nervenerregung entspricht. Wie aber beide zusammenhängen, wissen wir nicht. Auf jeden Fall ist die Empfindung die fundamentalste aller Tatsachen der Erfahrung. Fragt man: der Erfahrung wessen? so wollen wir antworten: des Menschen, denn dessen Empfindungen interessieren uns hier allein; daß auch Tiere empfinden, ist nicht zu bezweifeln, während ich es für gewagt halte, auch den Pflanzen Empfindungen zuzuschreiben. Der Begriff der Empfindung

gilt zunächst für den Menschen, und alle menschlichen Empfindungen sind **bewußt**; von unbewußten Empfindungen zu sprechen, halte ich für begrifflich, also logisch unzulässig.

191.

Was ist Empfindung? Hier versagt jede befriedigende Definition. Empfindungen fühlen wir in uns; sie sind unerklärbar, d. h. nicht zu beschreiben, weil es an jedem Maßstabe, an jedem Vergleiche in der Natur fehlt. Das Geheimnis der Empfindung war schon für Berkeley ein so großes, daß es ihn veranlaßte, Gott als den Urheber jeder einzelnen Empfindung in Anspruch zu nehmen.

192.

Alle Naturerscheinungen lassen sich für uns in Empfindungen auflösen. Die chemischen Eigenschaften eines Stoffes sind nichts anderes als Empfindungen, z. B. Farbe, Geruch, Geschmack, Festigkeit, Kristallform. Der Knall eines Gewehres, die Gestalt eines Tieres, einer Pflanze sind uns Empfindungen. Die Empfindungen sind die konkreten Bausteine unseres Weltbildes; die konkreten, sage ich, doch nicht die einzigen, denn auch abstrakte Begriffe und Gedanken gehören zu jenen Bausteinen. Freilich sind nur die Empfindungen uns sicher gegeben. Den Begriff der Energie z. B. **erschließen** wir erst aus unsern Empfindungen; wir sind darum der Energie nur mittelbar gewiß. Dennoch vermögen wir sie als Element unseres Weltbildes nicht zu entbehren.

193.

Die Grundfrage der Erkenntnistheorie, ob die Empfindungen etwas Ursprüngliches sind oder nur Symbole, nur Zeichen eines anderweitigen Geschehens, eines Zu-

sammenstoßens unserer Nervenspitzen mit einer Außenwelt, soll hier nicht erörtert werden. Es sei nur auf den bestehenden Zwiespalt der Naturauffassungen hingewiesen. Die eine betrachtet das Empfinden als die unmittelbar von uns wahrgenommene Form des Geschehens; sie macht uns damit zum Subjekt der Empfindungen. Die andere Auffassung stellt gar nicht die Frage, wovon die Empfindungen abhängig sind, die Frage: wessen? Für sie treiben die Empfindungen als Elemente im Dasein, wie Öltropfen auf einer Wasserfläche, wie Schneeflocken in der Luft.

194.

Die Empfindungen gestalten sich in uns zu Vorstellungen. Die Wissenschaft beschreibt Vorstellungen, nicht Empfindungen. Der Empfindungen wie der Vorstellungen sind wir uns bewußt, und nur der Inhalt unseres Bewußtseins ist unmittelbar Gegenstand der wissenschaftlichen Forschung. Das Bewußtsein läßt sich so wenig beschreiben wie das Empfinden, weil es auch hierfür an einer Vergleichsbasis fehlt. Wir können wohl sagen, das Bewußtsein sei eine Selbstempfindung, eine Erfahrung von uns selbst, eine Grunderfahrung; wir können auch bildlich sagen, das Bewußtsein sei die Bühne, auf der unsere Empfindungen und Vorstellungen ans Licht treten. Wie aber eine Empfindung oder Vorstellung bewußt werden kann, vermögen wir nicht zu begreifen. Jedenfalls gibt sich im Bewußtsein ein Zusammenhang unserer Empfindungen und Vorstellungen zu erkennen. Damit haben wir die Einheit und Einheitlichkeit des Bewußtseins festgestellt, und das halte ich für einen Gewinn. Für das naive Bewußtsein ist charakteristisch, daß es sich selbst von anderen Bewußtseinen und damit von einer Außenwelt unterscheidet. Erst durch die Sprache tritt

das Bewußtsein zu andern Bewußtseinen in Beziehung, durch die Empfindungen mit der übrigen Natur. Der unmittelbare Empfindungsbereich des Bewußtseins ist unser eigener Leib. Jede Störung der Gehirntätigkeit, wie Schlaf, Ohnmacht, Narkose, verdunkelt das Bewußtsein. Das Bewußtsein ist also abhängig vom Zustande des Protoplasma der Gehirnzellen. Weil dies Protoplasma bei normaler Funktion der Träger eines Bewußtseins ist, hat man gefolgert, daß jedem Protoplasma, auch dem Protoplasma der Pflanzenzellen, ein Bewußtsein zugeordnet sei. Ich halte diesen Schluß für unzulänglich begründet. Unser eigenes Bewußtsein ist sicher von den Stoffen der Gehirnzellen ganz und gar verschieden; und wie materielle Bewegungen, wie Schwingungen der Atome Bewußtsein erzeugen können, begreifen wir nicht. Unser gewissestes Wissen ist das Wissen vom eigenen Bewußtsein; nahezu ebenso sicher scheint es mir, daß es in der Natur auch ein Unbewußtes gibt. Diesen Gegensatz von Bewußtsein und Unbewußtem halte ich für eine der fundamentalsten Tatsachen, mit denen die Wissenschaft zu rechnen hat.

195.

Wir haben Raum- und Zeitempfindung, wie wir eine Form empfinden oder die Dichtigkeit eines Mediums. Wie das Empfinden und das Bewußtsein, sind auch Raum und Zeit nicht definierbar. Raumempfindungen und Sinnesempfindungen entwickeln sich im Menschen von seiner Geburt an, und die Zeit existiert zweifellos im Bewußtsein; denn die Gedanken zeigen zeitliche Aufeinanderfolge, doch keine Raumbeziehung. Hiernach wäre der Raum ein auf Erfahrung beruhender Begriff, eine Abstraktion von Empfindungen. Die Befähigung zu Raum- und Zeitempfindungen ist uns a priori, d. h. vor aller Erfahrung

gegeben. Sie ist, um die gelehrte Ausdrucksweise zu gebrauchen, ein transzendentales Schema, eine Kategorie unseres Verstandes. Die Fähigkeit zu Raum- und Zeitempfindung kann bildlich ausgedrückt werden durch zwei Koordinatenachsen, die unsere Seele mit sich herum trägt.

195.

Was ist die Seele? so lautet unsere nächste Frage. Es gibt kein Organ für ihre Wahrnehmung; nur innerlich sind wir ihrer Wirksamkeit gewiß. Freilich erstreckt sich auch der Materie gegenüber unsere Wahrnehmung nur auf ihre sinnlichen Wirkungen, wir kennen ein Stück Blei nur durch die Kräfte, die von ihm ausgehen. Wegen der Unmöglichkeit ihrer Wahrnehmung fehlt uns jede Anschauung von der Seele; wir müssen uns am Begriffe genügen lassen. Aus der Annahme des Begriffes Seele werden zahlreiche Tatsachen verständlich, so die Aufmerksamkeit, das zwingende Ich-Band der Empfindungen, die Fähigkeit zu empfinden und zu denken, die Fähigkeit, Empfindungsbilder zu Anschauungen zu gestalten, die Erinnerungen, die durch ein inneres Band miteinander verknüpft sind. Doch alle Definitionen der Seele sind mehr oder weniger lahm, zum mindesten einseitig. So können wir wohl sagen, die Seele sei die Summe, die Zusammenfassung der sogenannten „psychischen" Vorgänge in uns, der hypothetische Träger jener Eigenschaften und Tätigkeiten. Wir können aber auch sagen, das Wort Seele sei ein Symbol für jene inneren Vorgänge, die am Gehirn haften, wie Verstand und Vernunft Abstraktionen sind. Bei der letzten Auffassung abstrahiert man beim Menschen von dessen Körper, wie die Beurteilung des Menschen als eines körperlichen Wesens von der Seele abstrahiert. Alle diese Auffassungen laufen

berechtigt nebeneinander her; nur dürfte die Auffassung der Seele als Träger, als Subjekt des Empfindens und Denkens die am meisten verbreitete sein. Man gelangt sofort zu diesem Begriff, wenn man von den Empfindungen ausgeht und fragt: Empfindungen wessen? In jener neueren Theorie, in der die Empfindungen als unabhängige Elemente der Welt betrachtet werden, wird diese Frage absichtlich nicht gestellt und damit auf einen Träger der Empfindungen verzichtet. Ein solcher Verzicht scheint mir unberechtigt zu sein; ich meine, daß jede Empfindung ein Empfindungsvermögen und ein empfindendes Subjekt voraussetzen müsse. Tun wir dies, so kommen wir um den Begriff der Seele nicht herum. Die Einheit des Bewußtseins in unsern Wahrnehmungen spricht für einen einheitlichen Träger der Empfindungen. Rechnen wir auch das Ich-Bewußtsein zu den Empfindungen, so ist es doch eine Empfindung, die alle übrigen Empfindungen beherrscht. Alle Empfindungen schneiden sich im Brennpunkt der Zentralempfindung des Ich. Jede planmäßige Untersuchung eines Gegenstandes zeigt uns die Herrschaft des Ich über die Empfindungen und ihre Assoziationen. Auch die Sprache beweist dies. Wohl ist das Ich nicht einfach, aber es ist Einheit. Verstand, Vorstellung, Wollen, Fühlen sind in uns miteinander vereinigt und werden nur durch theoretische Analyse voneinander geschieden. Wir haben Bewußtsein von der eigenen inneren Einheit, die zugleich Persönlichkeit ist, obgleich von unserm Innern ganz verschiedene psychische Verrichtungen ausgehen und das Gehirn aus sehr zahlreichen einander höchst ähnlichen Nervenzellen zusammengesetzt ist. Im Zentralpunkt unserer Persönlichkeit laufen die Empfindungen zusammen; sie ist das Wachs, die Empfindungen sind Eindrücke darin. Unser Inneres zeigt verschiedene Seiten, wir nennen sie Ver-

stand, Vernunft, Gemüt usw. Das alles sind Abstraktionen von Eigenschaften des einen tiefen, unergründlichen Innern unserer Persönlichkeit. Dies Innere offenbart sich im Bewußtsein; es bleibt stets individuell abgeschlossen, denn vom Innern und vom Bewußtsein anderer haben wir nur mittelbares Wissen. Die Persönlichkeit empfindet sich selbst als Ich, und das Ich ist ein Symbol meiner Persönlichkeit. Indem das Ich mannigfaltige Fähigkeiten umfaßt — ich denke, ich fühle, ich will — vereinigt es diese zu einem System von Beziehungen. Indessen ist das Ich keine scharf und unveränderlich begrenzte Einheit; unsere Seele ist dies so wenig wie unser Leib, der sich entwickelt und einem fortwährenden Stoffwechsel unterliegt.

197.

Weil wir als Vernunftwesen Naturbilder, ein Weltbild in uns gestalten, sind wir etwas Wirkliches. Weil das psychische Wesen allein uns unmittelbar gegeben ist, ist es das Allerrealste, was wir kennen. Es ist eingehüllt in das materielle Gehäuse des Menschenleibes, der ein Tierleib ist. Wir fühlen unmittelbar in uns *geistige* Kräfte, erst mittelbar die Kräfte des Körpers; am fernsten liegen uns die mechanischen Kräfte außerhalb unseres Körpers. Aus diesen drei Systemen von Kräften baut sich die Natur für uns auf. Da jene Kräfte der Außenwelt und unseres Körpers materielle Kräfte sind, so hat man von jeder die Frage aufgeworfen, ob die Seele aus einem feinen Stoff bestehe, etwa unendlich viel feiner, als der Äther es unserer Annahme nach ist. Schon Epikur hielt die Seele für solch einen feinen, durch den Leib verbreiteten Stoff. Demgegenüber glaube ich, daß kein Grund vorliegt, eine stoffliche Beschaffenheit der Seele anzunehmen. Ich halte es für allein

richtig zu sagen, die Seele sei der unbekannte Träger unserer inneren Eigenschaften und Tätigkeiten; das Dasein dieses Trägers halte ich für unbestreitbar, sein Wesen für unerkennbar. Ebensowenig kann ich die Seele für eine Energieform halten; sie ist eben etwas Besonderes, weder Stoff noch Energie, sondern ein Drittes. Geistige Arbeit ist keine mechanische Arbeit. Die Seele hat keinerlei energetisches Äquivalent; sie ist auch nicht meßbar, wie die Energie es ist. Auf die Frage der Unsterblichkeit der Seele sei hier nicht eingegangen; sie mag dem Glaubensleben überlassen bleiben. Ich hebe nur hervor: wenn der Stoff und die Energie unzerstörbar sind, warum soll die Seele dann zerstörbar sein? Die uralten Leitsätze: aus Nichts wird Nichts und: was ist, kann nicht verschwinden, führten Robert Mayer zur Entdeckung des Gesetzes von der Erhaltung der Energie; Mayer hat auch nie an der Unsterblichkeit der Seele gezweifelt.

198.

Beim Studium der Lebenserscheinungen des Menschen trennen wir Leib und Seele begrifflich voneinander; in Wirklichkeit sind sie miteinander verbunden. Ein Leib ohne Seele ist tot; eine Seele ohne Leib kennen wir nicht, d. h. sie ist nicht wahrnehmbar. So viel wissen wir sicher, daß Leib und Seele aus gemeinsamer Wurzel entspringen, der befruchteten Eizelle, und daß sich beide im werdenden Gehirn miteinander entwickeln; nicht bloß körperliche, auch seelische Eigenschaften werden vererbt. Worin aber die Koppelung zwischen der Seele und ihrem materiellen Substrat, den Gehirnzellen, besteht, wissen wir nicht; nur am Vorhandensein dieser Koppelung dürfen wir nicht zweifeln. Die Seelentätigkeiten sind abhängig vom Gehirnmechanismus, obgleich sie wesentlich davon verschieden sind. Gehirn und Seele sind uns nur als

unteilbare Lebenseinheit bekannt. Die Tatsache ihrer Wechselbeziehung steht uns allen in der Erfahrung fest; wir suchen nur vergebens nach einem allseitig befriedigenden begrifflichen Ausdruck für jenen Zusammenhang, der uns schon darum undurchsichtig bleibt, weil Körperliches und Psychisches miteinander unvergleichbar ist. Darum üben wir nur weise Entsagung, wenn wir auf Ergründung des Zusammenhangs von Leib und Seele verzichten; schon Kant hat alle Bemühungen zur Lösung dieses Problems für vergeblich erklärt. Für das, was wir darüber wissen, läßt sich nicht einmal eine befriedigende, d. h. widerspruchslose Formel ersinnen; alle bisherigen Theorien beweisen meines Erachtens nur, daß der Zusammenhang von Leib und Seele für uns unbegreiflich ist. Es muß freilich daran erinnert werden, daß die Einwirkung eines Körpers auf einen andern Körper ebenso unbegreiflich ist, wie die Einwirkung der Seele auf den Leib und des Leibes auf die Seele. Daß Körperliches und Seelisches überhaupt nur durch die Art der Betrachtung verschieden sei, nur die von zwei Seiten angeschaute Verschiedenheit des gleichen Dinges sei, ist eine aus monistischer Tendenz aufgestellte Verlegenheitshypothese. Der von Hartley begründete sogenannte psychophysische Parallelismus ist in meinen Augen eine bloße Umschreibung unserer Unwissenheit.

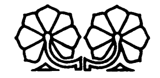
199.

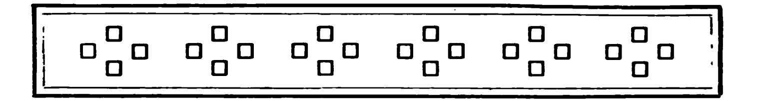
Zu den schlimmsten Irrgängen des menschlichen Geistes gehört wohl die Zurückführung des Denkens auf materielle Vorgänge. Wie Gedanken durch aufeinanderstoßende Atome oder materielle Teile, durch Druck, Zug und mechanische Arbeit erzeugt werden können, ist völlig unvorstellbar. Dazu kommt, daß die materielle Bewegung der Hirnatome, die das Denken hervorbringen soll, ebensowenig sichtbar

und nachweisbar ist wie die Seele selbst. Die materialistische Erklärung der Seele bietet also nicht einmal den Vorteil, etwas Unbekanntes auf ein Bekanntes zurückgeführt zu haben. Die Behauptung des älteren Materialismus, daß die Gedanken vom Gehirn abgesondert würden, wie die Galle von der Leber, ist wohl am treffendsten verspottet worden durch Claude Bernard, welcher sagte, dann könne man auch behaupten, die Stunde oder die Idee der Zeit sei eine Ausscheidung der Uhr. Da die Unhaltbarkeit des Materialismus übrigens von allen Seiten her nachgewiesen ist, soll hier nicht weiter darauf eingegangen sein.

Wenn der oben erwähnte psychophysische Parallelismus, d. h. die Lehre, daß materieller Hirnprozeß und Seelentätigkeit nur zwei Seiten eines Vorganges seien, daß jedem Gehirnprozeß ein Seelenvorgang parallel laufe, mit ihm untrennbar verbunden sei, richtig wäre, dann ist nicht einzusehen, warum unter den materiellen Vorgängen in der Natur lediglich die Vorgänge in den Gehirnzellen von seelischen Vorgängen begleitet sein sollen, warum nicht das Protoplasma jeder andern Zelle mit seelischen Eigenschaften ausgestattet ist, warum schließlich nicht jeder materielle Prozeß in der leblosen Natur? Diese Lehre ist auch ernstlich aufgestellt worden, und in der Tat muß jeder konsequente psychophysische Parallelismus zum Panpsychismus, d. h. zur Allbeseeltheit hinführen. Dann erhält jeder Stern und jeder Fels, jedes Molekül und jedes Atom eine Seele zudiktiert. Es könnte dann die Verbrennung einer Kerze, die Brechung eines Lichtstrahls, ein Stück zur Erde fallenden Eisens mit einem besonderen psychischen Vorgange verknüpft sein. Da sich aber Seelen anorganischer Systeme nicht bemerklich machen, wie die Seele des Menschen und der Tiere es tut, so ist die Behauptung des Panpsychismus sinnlos.

Das Wort Empfindung verliert seine ganze Bedeutung, wenn wir es auf anorganische Stoffe anwenden; denn der Begriff der Empfindung ist mit dem des Bewußtseins untrennbar verbunden. Schon Erregungen im lebenden Protoplasma, die nicht bewußt werden, kann ich nicht Empfindungen nennen; noch weniger vermag ich Reaktionen anorganischer Massen Empfindung zuzuschreiben.





Vierzehntes Kapitel.

Das Erkennen.

200.

Vom Dasein eines Trägers, eines Subjekts der Empfindungen sind wir überzeugt; wir nennen es unsere Seele. Diese Annahme führt uns zu der Frage: ob es Objekte für unser Empfinden gibt, die außerhalb der Seele liegen, oder ob immer nur eine Empfindung durch eine andere in uns ausgelöst wird; denn eine ursachlose Empfindung wäre ursachloses Geschehen und damit ein Unding. Wir müssen daher die Bedingungen unseres Wissens untersuchen. Was können wir von der Natur wissen?

201.

Ein Grundgesetz scheint mir dies zu sein, daß nur materielle Dinge für uns wahrnehmbar sind. Unter Wahrnehmen verstehe ich sinnliches Erkennen. Das Erkennen als Ganzes ist ein viel weiterer Begriff. Es gibt auch geistiges Erkennen; durch „inneren Sinn" fühlen wir Lust und Schmerz, moralische Regungen usw. In jenem engeren Sinne ist das Erkennen eine logische Tätigkeit, die durch unsere Sinne vorbereitet wird. Alle in uns entstehenden Nachbilder der Natur sind daher von unserer Geistes-

beschaffenheit abhängig. Jede Eigenschaft eines Dinges ist eine Reaktion unserer Sinne und unseres Verstandes. Wegen dieser Abhängigkeit von unsern Sinnen und unserm Verstande ist all unser Wissen nur relativ.

202.

Was ist wirklich? Der Inhalt unseres Bewußtseins ist für uns das Gegebene; aus ihm heraus schließen wir auf alles übrige. Wir leben daher in einer geistigen Welt. Die Erkenntnis hat es überwiegend mit Vorstellungsbildern unseres Geistes zu tun; nur in der Arithmetik könnte man allenfalls von vorstellungsloser Erkenntnis sprechen, wenn man nicht vorzieht, auch den allgemeinsten Zahlenbegriffen Vorstellungen entsprechen zu lassen. Alles, was über die Vorstellungen hinaus liegt, heißt transzendent. Das Transzendente kann nicht der Gegenstand von Vorstellungen sein, es ist höchstens begrifflich zu fassen. Die Vorstellungen werden von Kant gewöhnlich Erscheinungen genannt; sie bilden den Gegenstand unserer unmittelbaren Erkenntnis. Sie sind die Sprache, in der die Natur zu uns redet; — wer könnte behaupten, sie wären die Natur selbst?

203.

Was ich sehe, höre, rieche, taste, ist Erscheinung; die Eigenschaften einer solchen Erscheinung sind Empfindungen. Wie alle Gegenstände sinnlicher Wahrnehmung, können auch die Erfahrungen des „inneren Sinnes" für unser Bewußtsein nur Erscheinungen sein; wir sind uns selbst die ersten und nächsten Erscheinungen. Nur von bewußt gewordenen Erscheinungen kann in der Erkenntnis die Rede sein. Doch wenn wir die Erscheinungen eine Reaktion der Seele nennen, die von deren Eigenschaften abhängt, so entsteht von selbst

die Frage: eine Reaktion worauf? Wir antworten: Auf die Mannigfaltigkeit der Natur. Dann ergibt sich die weitere Frage: Besteht die Natur ihrerseits auch nur in Erscheinungen oder in etwas anderem?

204.

Was wir von der Natur wissen können, sind nur Erscheinungen; doch unser Wissen ist kein Maßstab für das All. Der Gedanke liegt zu nahe, daß die Erscheinungen in uns durch etwas anderes ausgelöst werden, das nicht selbst Erscheinung ist. Unsere Natur, die aus Erscheinungen besteht, würde dann nur für uns Geltung haben. Sie würde aber in uns hervorgebracht sein durch eine andere, von uns unabhängige Natur, eine wahre Natur. Das war auch Kants Meinung, der diese wahre Natur die „Dinge an sich" nannte. Es versteht sich von selbst, daß diese Dinge an sich nicht Gegenstand unserer Erkenntnis sein können, daß wir von ihnen nichts wissen. Die Dinge an sich sind für uns transzendent.

205.

In unsern Sinneswahrnehmungen bzw. Vorstellungen eint sich ein subjektiver Faktor mit der Wirkung von Objekten, die an sich der Erkenntnis unzugänglich sind. Dabei kann von Abbildern jener Objekte im strengen Sinne keine Rede sein, sondern nur von Zeichen, die unsere Sinne auf den empfangenen Reiz hin dem Verstande geben. Jene Zeichen sind Wirkungen von Dingen, wie die Buchstaben Wirkungen von Tinte, Feder und Muskelarbeit sind. Wenn ich das Wort „Maus" auf Papier schreibe, so hat dies Wort nicht die geringste Ähnlichkeit mit einer wirklichen Maus; es ist nur ein Zeichen, ein Symbol für diese. So sind auch die Erscheinungen mit den Naturdingen selbst

direkt nicht vergleichbar; sie sind Zeichen und Symbole für diese und damit ihre Stellvertreter innerhalb unseres Bewußtseins. Unser Verstand ist auf solche Bewußtseinsrepräsentanten der Dinge beschränkt, wenn er sich in der Natur zurechtzufinden sucht. Dies wird uns erleichtert durch die Mannigfaltigkeit der Sinne. Wenn wir nur Geruchssinn hätten, würden wir schon einen Tropfen Rosenöl nicht von einer Zentifolie unterscheiden können; wie aber würde uns dann die gesamte Natur vorkommen! Schon dies legt den Gedanken nahe, daß wir es in den Erscheinungen mit Zeichen zu tun haben, die dem wirklichen Naturgeschehen analog ablaufen. Wir schauen die „Dinge an sich" in den Erscheinungen und durch die Erscheinungen. Wie das mit der Linse erzeugte Netzhautbild, so ist das Wahrnehmungsbild des Verstandes, die Erscheinung, ein Zeichen, in dem sich das entsprechende Naturding uns offenbart. Es ist eine abkürzende Ungenauigkeit, wenn wir jene Zeichen unseres Bewußtseins der Natur gleichsetzen; sie sind nur das Verkehrsmittel unseres Verstandes mit der Natur. Man kann sich das Verhältnis unserer Erscheinungswelt zur Außenwelt vorstellen wie das Verhältnis einer Landkarte zur Landschaft. Die transzendente Außenwelt kann sich aber auch unmittelbar zur Geltung bringen. Wenn ein Philosoph über sich ein Felsstück schweben sieht, so ist dies für ihn Erscheinung; wenn es herabstürzend ihn zermalmt, ist dies zunächst auch Erscheinung, doch zugleich etwas anderes, wodurch sein Bewußtsein und damit seine Erscheinungswelt aufgehoben wird. Diese Vernichtung des Daseins kann man doch seinem Weltbilde nicht zurechnen.

206.

Wenn wir die Erscheinungswelt deuten als hervorgebracht durch Dinge an sich, so ist dies eine Hypothese;

doch in jeder wissenschaftlichen Lehre machen wir Hypothesen als Zugeständnisse an die Unzulänglichkeit unseres Wissens. Auch Kant konnte diese Hypothese nicht entbehren, als er den Wirkungsbereich der menschlichen Vernunft und die logischen Bedingungen des Erkennens festzustellen suchte. Diese Bedingungen sind für ihn zwiefache; sie sind teils gegeben in der Organisation unseres Erkenntnisvermögens, teils in der Beschaffenheit der Dinge an sich, die in einer unerklärbaren Weise auf unsere Nervenspitzen einwirken. So bilden wir und die Natur im strengeren Sinne zusammen den Grund unseres Erkennens; im Wahrnehmen arbeiten die Objekte der Außenwelt an unseren Sinnesorganen, und der Nervenprozeß arbeitet an den Dingen, die wir wahrnehmen. Dabei bleibt das, was auf uns wirkt, für uns unerkennbar, und auch die Sinnesorgane sind für uns nur Bewußtseinsrepräsentanten von unerkennbaren Dingen.

207.

Weil die Erscheinungen für unser Erkennen das allein Gegebene sind, so könnten wir allerdings auch die Frage unterlassen, wie sie zustande kamen. Dies tat Fichte, der aus Kants Erkenntnislehre die „Dinge an sich" einfach hinwegstrich. Nicht ganz so weit war schon vor Kant Berkeley gegangen, indem er statt der Dinge einer Außenwelt Gott zum Erreger der Erscheinungen in uns machte. Diese Theorie, daß es nur Erscheinungen gäbe, denen keine Dinge an sich entsprächen, nennt sich erkenntnistheoretischer Idealismus. Dieser Idealismus rühmt sich eines doppelten Vorzugs: erstens, daß er Kants Dualismus durch einen Monismus ersetze, und zweitens, daß er ohne die Hypothese der Dinge an sich auskomme. Was das erstere anlangt, so scheint mir der unbedingte Vorzug eines Monismus vor

einem Dualismus zweifelhaft zu sein. Hinsichtlich des zweiten Punktes ist aber zu bemerken, daß der Idealismus nur eine positive durch eine negative Hypothese ersetzt; von hypothesenfreier Weltanschauung im Idealismus kann daher keine Rede sein. Ich für meine Person gebe der positiven Hypothese Kants den Vorzug, weil ich glaube, daß der Idealismus nicht die ganze Wahrheit umfassen kann; denn er verflüchtigt die Welt in Erregungszustände der Seele, er fordert damit, daß ich mich als Hirngespinst von mir selbst anerkenne. Er macht die Empfindungen bzw. Erscheinungen zu „Dingen an sich" im Sinne Kants und sucht das Leben dadurch in einen Traum zu verwandeln. Er teilt die eine Welt in so viele Welten, als es Menschenseelen, ja Tierseelen gibt, und das Weltbild eines Menschen, eines Hundes, einer Spinne, eines Regenwurms müssen doch recht verschieden voneinander sein. Eine dieser Vorstellungswelten kann aber nur die wahre sein, und welche ist es? Ich halte daher den erkenntnistheoretischen Idealismus ebenso für eine Illusion wie den Materialismus. Wenn es nur Vorstellungen gibt, denen keine Außendinge entsprechen, so kann immer nur eine Vorstellung die Ursache einer anderen sein; wozu dienten dann unsere Sinne und deren Werkzeuge! Auch ich räume ein, daß es nur Erkenntnis unseres Bewußtseinsinhaltes gibt; aber dieser Bewußtseinsinhalt ist abhängig von dem Zusammenwirken unserer Sinnesorgane mit einer Außenwelt, die wir zur Innenwelt des Bewußtseins hinzudenken.

208.

Die Lehre, daß wir nicht die Beschaffenheit der Dinge selbst erkennen können, sondern nur die Art, in der sie unsere Sinne und unsern Verstand beeinflussen, geht in der neueren Philosophie auf Campanella zurück. Auch Locke

und Hume stehen auf diesem Boden. Nach Hume kann das Dasein einer Körperwelt nicht bewiesen werden; aber wir müssen sie nach ihm für wahrscheinlich halten, und darum dürfen wir an sie glauben. Kant, der die dualistische Erkenntnistheorie am weitesten ausgebaut hat, gibt ihrer Grundlage einen interessanten Ausdruck in folgenden Worten: „Das Bewußtsein meines eigenen Daseins ist zugleich ein unmittelbares Bewußtsein des Daseins anderer Dinge außer mir." Auch ich bin fest davon überzeugt, daß die Sterne am Himmel stehen und die Bäume grün bleiben würden, wenn in Zukunft alle Menschen und Tiere blind wären; d. h. es würde dem Leuchten der Sterne und dem Grün der Blätter nach wie vor eine untilgbare Eigenschaft entsprechen. Wir dürfen an die Wirklichkeit einer Außenwelt um so mehr glauben, als verschiedene denkende Wesen die gleichen Eindrücke haben, die sie durch die Sprache einander mitteilen. Die Wahrnehmungen zeigen uns unmittelbar nur Veränderungen im eigenen Wahrnehmungsorgan an; doch mittelbar schließen wir aus ihnen auf analoge Veränderungen in den auf unsere Sinne wirkenden Dingen. Die sinnlichen Eigenschaften der Dinge weisen über sich hinaus auf eine entsprechende Mannigfaltigkeit in den wirklichen Eigenschaften der Dinge, die uns unerkennbar bleiben; wirklich ist von Wirken abzuleiten. Dadurch, daß wir Beziehungen zwischen unsern Vorstellungen erkennen, dürfen wir uns für berechtigt halten, auch Beziehungen zwischen den Dingen anzunehmen, die jene Vorstellungen erregen; wir dürfen glauben, daß die Dinge sich zueinander analog verhalten wie ihre Erscheinungen. Wenn wir die Eigenschaften der Dinge an sich nicht kennen, so wäre es doch unrichtig zu sagen, sie hätten keine Eigenschaften; nur für uns haben sie keine, wohl aber ohne uns, d. h. sie

besitzen Mannigfaltigkeiten und Verknüpfungen, die in einer gewissen gesetzmäßigen Beziehung zu den Eigenschaften der Erscheinungen stehen. Es ist das ein Parallelismus kausaler Abhängigkeit. Aber gerade Kant geht noch weiter, wenn er sagt, daß die Dinge an sich unsere Sinne „affizieren", d. h. auf sie wirken; er stabiliert damit einen Kausalnexus zwischen den Erscheinungen und den Dingen. Unmittelbar gibt es für uns nur Erlebnisse. Wenn wir bei den Erlebnissen von uns selbst absehen, so verwandeln wir durch solche Abstraktion das Erlebnis in ein von uns unabhängiges Geschehen. Für das Bewußtsein verhält sich das unbewußte Innere, aus dem Gedankenbilder als Einfälle aufsteigen, der Außenwelt gleich. Sprechen wir überhaupt von einem Innern, so ist damit auch sein Gegensatz, ein Äußeres, gegeben. Streichen wir die Außenwelt, so wird auch der Begriff des Innern damit überflüssig.

209.

Alle Erkenntnistheorie, wenn sie nicht einseitig sein will, muß auch Psychologie und Entwicklungsgeschichte berücksichtigen. Dies führt auf die materielle Grundlage des Erkenntnisvermögens. Gehirn und Sinnesorgane sind in den Wahrnehmungsprozeß eingeschobene materielle Maschinen, die das Erkennen vermitteln. Die Sinne, in erster Linie das Auge, sind körperliche Organe der Naturanschauung. An den Sinnesorganen müssen die Dinge der Außenwelt mechanische Arbeit verrichten, um Vorstellungen in unserer Seele zu wecken. So werden im telegraphischen Verfahren Gedanken in einen chemischen Prozeß und in Elektrizität verwandelt und erfahren von da aus durch Vermittlung eines mechanischen Apparates eine Rückverwandlung in Gedanken, die in Schriftzeichen ihren Ausdruck finden. Die

Sinnesorgane müssen den Zweck haben, uns über Veränderungen in der Außenwelt zu unterrichten; sie könnten ja fehlen, wenn der Geist alle Vorstellungen aus sich selbst schöpfte. Darum ist Reizbarkeit objektiv dasselbe, was subjektiv, d. h. auf unser Bewußtsein bezogen, Empfinden heißt. Bei der Pflanze spreche ich darum nur von Reizbarkeit, weil ich nicht weiß, ob sie empfindet; von meinen Mitmenschen weiß ich dies, denn sie sagen es mir. Reizbarkeit ist eine eigenartige Erregung des Protoplasma, sei es in den Gehirnzellen, in den Nervenspitzen der Sinnesorgane, in Pflanzen. Der Gegensatz von Erregung und Empfindung ist ein so scharfer, wie der zwischen bewußt und unbewußt. Wir empfinden die von einer Geige ausgehenden Töne; das molekulare Gefüge der Geige wird erregt, ohne daß sie etwas dabei empfindet. Ein Fehler aber wäre es, behaupten zu wollen, das Wesen der Erregung oder irgend einer andern mechanischen Wirkung sei für uns begreiflicher als unser Empfinden, und wir müßten das Empfinden von der Erregung aus erklären. Eher verdiente der umgekehrte Weg den Vorzug; doch auch er ist ungangbar.

210.

Die Betrachtungsweise des gemeinen Menschenverstandes, von den Philosophen naiver Realismus genannt und im Prinzip als unberechtigt verurteilt, glaubt die Dinge der Natur so zu sehen, wie sie tatsächlich, d. h. ohne uns sind. Wir wollen einmal diesen Standpunkt einnehmen. Dann ist unser Erkenntnisvermögen vergleichbar einem Spiegel, in dem die Außenwelt, auch die geistige, abgebildet wird. Es gibt zwei Arten von Spiegeln, ebene und unebene. Nur die ebenen zeigen uns die äußeren Dinge richtig; die unebenen liefern Zerrbilder, aus denen sich kein sicherer Schluß

auf die Beschaffenheit der Außendinge ziehen läßt. Was ist nun wahrscheinlicher, daß die Erkenntnisvermögen der einzelnen Menschen ebenen, oder daß sie unebenen Spiegeln entsprechen? Ich meine, da Ohren, Augen, Nasen, Muskeln usw. bei verschiedenen Menschen gleich konstruiert sind, so gilt dasselbe mit einiger Wahrscheinlichkeit auch für die Erkenntnisvermögen, und der Austausch durch die Sprache fällt dafür ins Gewicht. Eine Übereinstimmung von Spiegelbildern ist aber am wahrscheinlichsten bei ebenen Spiegeln, und darum scheint es weiter am wahrscheinlichsten, daß die Spiegel unseres Erkenntnisvermögens die Dinge so abbilden, daß sie der Wirklichkeit analog sind. Wenn wir in den Sinneswerkzeugen Anpassungsorgane erblicken für unsere Orientierung in der Außenwelt, so muß auch der Verstand für die Wahrnehmung dieser Dinge ausreichend angepaßt sein; das ist's, was ich mit dem Bilde des ebenen Spiegels andeuten wollte. Vom strengeren erkenntnistheoretischen Standpunkte aus können wir sagen, daß die Zeichen, die unserm Erkenntnisvermögen sich einprägen, ausreichend sein müssen, um unsere Existenz zu gewährleisten, wie die Lebensweise der Fische und Vögel durch Flossen und Flügel gewährleistet wird. Wie Gehirn und Sinnesorgane Anpassungen für besondere Reize sind, so muß auch der geistige Anteil der Aufgabe angepaßt sein, die Natur erkennen zu können; sonst vermöchten wir nicht zu existieren. Wir müssen annehmen, daß die Sinne uns mit richtigen Zeichen über die Dinge der Außenwelt versehen. Würden sie uns keine hinreichend zuverlässige Auskunft über sie geben, so müßten wir bei unserer Bewegung in der Natur unausgesetzt in die schwersten Konflikte geraten. Daß unser Denkvermögen wiederum der Erregung der Sinnesorgane richtig angepaßt ist, versteht sich von selbst; es würde uns

sonst fortwährend irre führen. Unsere Wahrnehmung kann darum kein lügenhafter Bericht sein über die Dinge der Außenwelt; unser Geist muß der Natur angepaßt sein, sonst könnte er von der Natur nichts erkennen.

211.

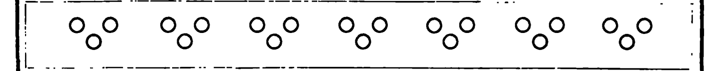
In den erkenntnistheoretischen Systemen pflegt der Begriff der Kategorien eine Rolle zu spielen. Kant hat deren zwölf unterschieden, die von Schopenhauer auf drei zurückgeführt wurden, auf Raum, Zeit und Kausalität; Hartmann hat die Finalität hinzugefügt. Kategorien sind Denknotwendigkeiten, in denen wir zu denken gezwungen sind vermöge der uns eigentümlichen geistigen Organisation. Es sind also geistige Organe des Erkennens, im Bilde gesprochen, geistige Flügel und Flossen, also unentbehrliches Arbeitsgerät unseres Geistes. Wir können auch sagen, Kategorien sind die unveränderlichen Konstanten des Denkprozesses, die den mannigfaltigen und veränderlichen Naturvorgängen gegenüberstehen. Nach Kants Ausdrucksweise sind uns die Kategorien a priori, d. h. vor aller Erfahrung gegeben. Damit ist nur die logische Seite der Sache bezeichnet; sie hat aber auch ihre physiologische Seite. Diese besteht darin, daß die Kategorien mit dem Gehirn und den reizempfänglichen Nervenspitzen sich entwickelt haben aus der befruchteten Eizelle des Menschen. Diese nicht hinweg zu disputierende Tatsache spricht nicht am wenigsten zugunsten der Auffassung, daß unsere ererbte geistige Organisation so gut der Natur angepaßt sein müsse wie die körperliche. Auch die Instinkte der Tiere sind ihnen vor aller Erfahrung also a priori gegeben; denn ihre Kunstfertigkeiten haben sie nicht gelernt, sondern ererbt. Das gleiche gilt von unsern Geistesinstinkten, den Kategorien des Verstandes, z. B. der

Raum- und Zeitanschauung. Auch sie sind ererbt, und sie mußten unseren Lebensbedingungen angepaßt sein, wie die Instinkte der Tiere, sonst würden sie uns schaden, anstatt uns zu nützen. Potentiell waren sie schon mit der Keimzelle des Menschen gegeben wie die Instinkte der Tiere mit deren Keimzellen und wie die sogenannten spezifischen Energien aller Sinnesorgane.

212.

Jeder Versuch einer Erkenntnistheorie ist mehr oder weniger Deutung, Überzeugung, Glaube. Er läßt sich wohl einleuchtend machen, doch nicht widerspruchslos beweisen wie eine mathematische Wahrheit. Wäre dies möglich, so gäbe es nur eine einzige Erkenntnistheorie und nicht deren viele. In jeder derartigen Theorie sollten wir immer wieder fragen: Was ist denknotwendig, was erfahrungsmäßig festgestellt, was hypothetisch? Mir steht es fest, daß unsere Naturbilder, unser Weltbild sich nur aus Vorstellungen und Begriffen zusammensetzen. Wenn wir beim Durchdenken der Naturerscheinungen, wie Kant es tat, zur Aufstellung von Antinomien, d. h. Widersprüchen gelangen, so mahnen uns diese zur Bescheidenheit, indem sie die Unvollkommenheit menschlichen Erkennens bezeugen. Indessen glaube ich, daß jene Widersprüche weniger in den Denkgesetzen selbst ihren Grund haben, als vielmehr darin, daß wir bei Zeichnung von Naturbildern einen einseitigen Standpunkt einnehmen und diesen je nach Umständen wechseln. Welches unter diesen Bildern das bessere, zutreffendere sei, kann eine unentscheidbare Frage bleiben. Eines aber scheint mir noch bemerkenswert. Der radikale Idealismus, jene erkenntnistheoretische Spekulation, die jede Außenwelt verwirft und alle Empfindung und Wahrnehmung nur aus inneren, geistigen Vorgängen entstehen läßt, sucht sich neuerdings

der Naturforschung dadurch zu empfehlen, daß er erklärt, diese könne bei ihren Untersuchungen so verfahren, als ob der naive Realismus recht habe. Andrerseits erklärt auch Kant von seinem Standpunkte aus, dem ich völlig beipflichte, ein gleiches, wenn er sagt: „In Ansehung aller nur möglichen Erfahrung bleibt alles ebenso, wie wenn ich diesen Abfall von der gemeinen Meinung gar nicht unternommen hätte." Somit kommt bei beiden Erkenntnistheorien gar nichts anderes heraus, als die Zulässigkeit, ja, die Empfehlung der Betrachtungsweise des naiven Realismus, der Anschauung des gemeinen Menschenverstandes, für das ganze Gebiet der praktischen Naturforschung. Ich glaube, es ist dies ein Glück für die Menschen, für ihre Sprache, für ihre Wissenschaft. Die Sprache bleibt dann in der Wissenschaft so gut dem Standpunkte des naiven Realismus angepaßt wie im täglichen Leben, und dabei kann man es bewenden lassen. Bei diesem Ergebnis der ungeheuren Arbeit, die auf erkenntnistheoretische Untersuchungen verwendet worden ist, ist man versucht zu fragen: Wozu das alles? Wenn die verschiedensten Erkenntnistheorien in die praktische Empfehlung des naiven Realismus auslaufen, warum macht sich dann der Mensch eine einfache Sache so schwer? Daß damit das Verdienst und der Wert erkenntnistheoretischer Untersuchungen nicht geschmälert werden soll, versteht sich von selbst. Ihre theoretische Bedeutung bleibt unangetastet, wenn sie auch für die Praxis der Wissenschaft nicht in Betracht kommen.



Fünfzehntes Kapitel.

Erfahrung und Urteil.

○○○

213.

Das Erkennen ist der Weg zur Erfahrung; in ihm haben wir das Mittel, um Erfahrungen zu machen. Erfahrung ist die Quelle all unseres Wissens. Alle Erfahrung machen wir in unserm Innern. Ich nehme aber an, daß eine Außenwelt dabei mitwirkt, daß von ihr die Erfahrung abhängt, und daß ihre Einzelheiten dem Ablauf des Geschehens in jener Außenwelt entsprechen. Direkt beziehen sich unsere Erfahrungen nur auf unsere Vorstellungswelt, indirekt auch auf die Außenwelt. Die Erfahrung hat also Tatsachen nur in der Form von Erscheinungen zum Gegenstande, ihre Werkzeuge sind Verstand und Sinnlichkeit wie beim Erkennen. Die Natur ist der Inbegriff aller möglichen Erfahrungen. Bei ihrer Erforschung kommt nicht nur meine eigene Erfahrung in Betracht, sondern auch die Erfahrung von gleichzeitigen oder früheren Menschen, die ihre Erfahrungen durch Sprache und Schrift einander übermitteln. Aus den oben dargelegten Gründen läßt sich die Natur auch nach der Anschauungsweise des naiven Realismus betrachten.

214.

Wenn sinnliche Eindrücke und Denken zusammenwirken, um eine Erfahrung zu machen, so vollzieht sich in uns ein Urteil. Ein solches Urteil ist nur möglich unter Bedingungen, bzw. Voraussetzungen, die vor aller Erfahrung gegeben sind, und die wir darum transzendental nennen. Es sind dies die Kategorien des Verstandes, deren Denknotwendigkeit bei jeder Erfahrung sich geltend macht. Die Anstrengung, die wir machen müssen, um Erfahrungen zu sammeln, nennen wir Forschung; es ist das eine aktive Erfahrung. Es gibt aber auch leidende Erfahrungen, in denen wir uns passiv verhalten; wir nennen sie Zwangserfahrungen. Eine solche Erfahrung ist es, wenn ich zum Fenster hinaussehe und der Wind ein trockenes Blatt vorbeiwirbelt. Innere Zwangserfahrungen nennen wir Einfälle. Wie es keine Erfahrung ohne Voraussetzungen gibt, so gibt es keine Forschung ohne Maximen, die allerdings für den Einzelfall gewöhnlich durch Übereinkunft festgestellt werden. In der Biologie z. B. ist es unverbrüchliche Maxime der Forschung, die Vorgänge, soweit es irgend möglich ist, auf mechanisches Geschehen zurückzuführen. Vorgänge sind Beziehungen der Stoffe und Kräfte zueinander, und Beziehungen zu erkennen, ist die eigentliche Aufgabe der Erfahrung. Zu ihrer Aufdeckung kann die Forschung des geistigen Auges niemals entbehren. Die Außenwelt aber steht der Erfahrung in vier Staffeln gegenüber: a) solche Gegenstände, deren sich die Erfahrung schon bemächtigt hat; b) Gegenstände, deren Erfahrung praktisch möglich ist; c) Gegenstände, deren Erfahrung prinzipiell möglich, doch praktisch unmöglich ist, z. B. die Kenntnis der um den Erdmittelpunkt gelagerten Stoffe, der ersten Organismen, die an der Erdoberfläche erschienen; d) Gegenstände, deren Erfahrung prinzipiell un-

möglich ist: die Dinge an sich; diese liegen jenseits aller möglichen Erfahrung.

215.

Die wissenschaftlichen Erfahrungen sollen nicht nur für mich, sondern für alle verbindlich sein; sie dürfen darum nicht an inneren Widersprüchen leiden. Zur Erfahrung gehört auch die Erinnerung; sie ist eine im Gedächtnis haftende Erfahrung, ein unbewußt gewordenes Wissen, das ins Bewußtsein zurücktritt oder zurückgerufen werden kann. Wie alle unmittelbaren Erlebnisse können auch Erinnerungen Handlungen auslösen.

216.

Jede aktive Erfahrung setzt Aufmerksamkeit und damit Willenstätigkeit voraus. Unter „Wille" verstehe ich die Abstraktion von einzelnen Willenshandlungen, nicht eine Naturkraft oder eine einzige, maschinenmäßige Triebfeder der Seele. Den Willen fühlen wir in uns; einen Willen außerhalb des Bewußtseins kennen wir nicht. Willensakte werden ausgelöst durch Vorstellungen und Empfindungen; ein mehr oder weniger abgekürztes Denken ist mit jedem Wollen verknüpft. „Wille ist der von der Absicht zur Tat fortschreitende Entschluß." (Ratzenhofer.) Geometrische Figuren sind Willensakte. Erst überlegen wir, dann wollen wir, beides denkend. Wollen und Denken sind in jeder aktiven Erfahrung unteilbar verbunden; nur durch Analyse unseres Verstandes lassen sie sich trennen. In jedem Urteil, durch das wir Einzelerscheinungen zu einer Erfahrung verknüpfen, ist ein Wollen enthalten. Wo immer uns Beziehungen in der Natur entgegentreten, da urteilen wir über sie; das Urteil gestaltet die Ergebnisse der Erfahrung. Auch in der Beobachtung wirken Urteil und

Erfahrung zusammen. Wenn wir beim Beobachten die Aufmerksamkeit auf einen Vorgang richten, so suchen wir die Gedanken jenem Vorgange anzupassen, wodurch neue Gedanken in uns geweckt werden. Die Beobachtung gelangt erst zum Abschluß durch Anpassung der neuen Gedanken an die alten, und das ist Urteil. Die Beobachtung ist ein Weg, um neue Tatsachen zu ermitteln; auf Tatsachen aber ist die Erfahrung gerichtet. In der Naturwissenschaft ist *eine* Tatsache mehr wert als hundert der schönsten Hypothesen. Der Verstand des Menschen hat die zum Einsammeln von Erfahrungen bestimmten Sinnesorgane zu schärfen gewußt durch Mikroskope, Fernrohre und Instrumente aller Art. Prinzipiell wird die Erfahrung durch sie nicht gefördert, wohl aber praktisch. Wie wollten wir z. B. sichere Kenntnisse über die Anatomie des Lichtes gewinnen ohne Prisma oder Beugungsgitter! Erst durch Anwendung der vergrößernden Linsen wird der Erfahrung eine ungeheure Fülle von Tatsachen zugänglich gemacht. Zu jenen körperlichen Werkzeugen gesellt sich ein geistiges, das Experiment. Experimentieren ist willkürliches Hervorrufen von Erscheinungen in einer Reihenfolge oder einer Stärke, die sie der Erfahrung verständlich macht. In solchen willkürlich herbeigeführten Reaktionen redet die Natur zu uns in einer deutlicheren Sprache als sonst. Sein und Werden, Ruhe und Bewegung treten dabei oft erst in ihrer wahren Gestalt hervor. Ihren höchsten Grad der Gewißheit erreicht die Erfahrung in den quantitativen Methoden der *Messung*; damit gelangt sie zu Werten, die Quantitätsbeziehungen sind. Die Wissenschaft hat ihre Aufgabe erfüllt, wenn sie die gemachten Erfahrungen in Beschreibungen niedergelegt hat, die dann Gegenstand von Erörterungen werden können.

217.

Schon vorhin wurden die Grenzen der möglichen Erfahrung berührt. Wir können nichts anderes erfahren, als was unsere Sinne und unser Verstand uns zu erkennen geben. Unsere Erfahrung ist darum eine begrenzte, weil unser Erkenntnisvermögen begrenzt ist; nur innerhalb ihrer natürlichen Schranken hat die Erfahrung freien Spielraum, nur innerhalb dieser Schranken kann die Erkennbarkeit und die Begreiflichkeit der Natur behauptet werden. Diese Grenzen müssen wir kennen, um nicht Utopien nachzujagen. Es gibt ein Diesseits der Erfahrung, das transzendentale Gebiet, wofür auch die Worte a priori gebraucht werden, und ein Jenseits, das Transzendente. Die beiden Fremdwörter Transzendental und Transzendent sind streng zu unterscheiden; so ähnliche Wortbildung für ganz verschiedene Begriffe war ein sprachlicher Fehler, und an der fortwährenden Verwechslung jener beiden Worte hat die Philosophie seit Jahrhunderten zu leiden gehabt. Schon die Unendlichkeit ist ein transzendenter Begriff; jenseits des Bereiches der Erfahrung liegen aber auch alle Behauptungen, deren Richtigkeit sich nicht prüfen läßt. In letzterer Hinsicht kann der Fortschritt der Erfahrung allerdings Wandel schaffen; wir können nur nach dem gegenwärtigen Stande unserer Erfahrung entscheiden, ob das Bild eines Naturvorganges richtig ist oder nicht, und wir müssen es dahingestellt sein lassen, ob eine spätere, reifere Erfahrung jenes Bild anders gestaltet. Ich sagte bereits in Anlehnung an E. Mach, daß der Fortschritt der Naturwissenschaft in fortwährender Korrektur unserer Ansichten besteht.

218.

Wenn es sich in der Erfahrung um Aufdeckung von Beziehungen handelt, so ist hierfür das Denken unentbehrlich,

und es ist zweckmäßig, sich in diesem Zusammenhange der Tatsache zu erinnern, daß die Natur nur nach Umwandlung in Vorstellungen Gegenstand wissenschaftlicher Forschung sein kann. In diesem Sinne sind tatsächlich alle Zusammenhänge, in denen wir die Dinge vorstellen, von uns in sie hinein gedacht, wie das Locke gelehrt hat. Nur durch Denken gelangt man vom Ich zum Wir und vom Wir zur Natur; ein großer Teil unserer Naturansicht fließt aus dem Denken. Dies Denken beschränkt sich nicht darauf, die Erscheinungen zu vereinigen und zu trennen, sondern es deutet auch ihre Beziehungen zueinander. Solche Deutung ist ein Akt der Vernunft und verschieden vom Erkennen. Die Vernunft strebt nach Einsicht in einen gesetzmäßigen Zusammenhang der ermittelten Tatsachen. Sie erhebt sich dabei über die Methoden der Beobachtung, um von der Natur auch ihrerseits Besitz zu ergreifen; in ihren Deutungen kann sie aber nicht mehr als eine Annäherung an die Wahrheit erreichen. Solche Deutungen sind eine Weiterführung der Erfahrung durch Schlüsse, und diesen Weg, Wahrheiten durch Schließen zu gewinnen, von Erfahrungen ausgehend, nennen wir Induktion. In der Geschichte der Naturwissenschaften hat die induktive Methode eine ungeheure Rolle gespielt; ihr erster Lobredner war Lionardo da Vinci.

219.

Die Methode des Erschließens wird trefflich durch das nachstehende, von Poincaré gegebene Beispiel dargelegt. „Wenn wir sehen, daß die Lage zweier Gegenstände in bezug auf unsern Körper die gleiche geblieben ist, so schließen wir daraus, daß sich auch die gegenseitige Lage der beiden Objekte nicht geändert hat. Aber wir gelangen dazu nur durch einen mittelbaren Schluß. Das einzige, was wir un-

mittelbar erkennen, ist ihre Lage in bezug auf unsern Körper." Wollten wir in der Naturforschung auf die Methode des Erschließens verzichten, die Wissenschaft würde so trocken werden, daß niemand Lust hätte, sich mit ihr zu befassen. In der Methode des induktiven Schließens spielt das Prinzip der Verallgemeinerung eine besonders wichtige Rolle. Wenn wir beobachten, daß ein tausendmal in die Luft geworfener Stein tausendmal zur Erde fällt, so schließen wir daraus, daß er es immer tut und immer tun wird. Sehen wir, daß der Stengel einer Pflanze sich in hundert Fällen gegen das Licht krümmt, und haben wir keinerlei Abweichung von diesem Verhalten kennen gelernt, so schließen wir daraus, daß er dies unter gleichbleibenden Bedingungen stets wiederholen wird. Zeigt sich mir und allen andern Beobachtern die Tatsache, daß aus dem Ei eines Laubfrosches immer ein Laubfrosch wird, so glaube ich darin ein induktiv gewonnenes Naturgesetz von dauernder Gültigkeit zu erblicken. Ein solcher Schluß ist vollauf berechtigt; nur müssen wir uns daran erinnern, daß alles Erschließen nur mittelbare Gewißheit liefert, also einen hohen, bzw. höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit. Nur durch Erschließen gelangen wir zu der Überzeugung, daß die als Trilobiten bezeichneten Strukturformen in Gesteinen Reste einst lebender Krustentiere sind; ebenso hoch ist der Grad der Gewißheit, daß die Keilschrift und die Hieroglyphen von Menschen herrühren. Einen besonders großen Umfang nimmt das Erschließen in der Deszendenzlehre an; wollte man darauf verzichten, so fiele die ganze Theorie zusammen wie ein Kartenhaus. Schon in der Deszendenzlehre geht wohlbegründetes Erschließen fast unmerklich in Dichtung über. Die Atome und den Äther, die wir aus beobachteten Tatsachen erschließen, kann man auch Begriffsdichtungen nennen;

sie sind keine Erkenntnis im eigentlichen Sinne des Wortes, sondern Symbole der Anschauung. Auf dem Gebiete des Erschließens verflüssigen sich gleichsam die Grenzen der Erfahrung. Alle Vorstellung von Zusammenhängen zwischen den durch Erfahrung gewonnenen Einzeltatsachen wird durch Erschließen herbeigeführt. Nur unser Verstand verknüpft die Gegenstände der Wahrnehmung, die Verbindung wird nicht von diesen selbst entlehnt, sagt Kant. Zu den wichtigsten Stützen des Erschließens gehören der Vergleich und die Analogie. Für die Beurteilung der Vorgänge in der Natur sind sie unentbehrlich. Was wäre die Biologie ohne vergleichende Morphologie und Physiologie! Was wäre die Biologie, wenn sie darauf verzichten wollte, nach Analogien zu suchen! Die in der Nagelfluhe steckenden rundlichen Kiesel sind analog den gleichen gerollten Steinen, die wir heute in der Meeresbrandung sammeln; die diluvialen Ablagerungen der nordischen Kontinente verhalten sich analog dem Moränenschutt unserer Gletscher, und daraus werden weitere Folgerungen von größter Tragweite hergeleitet. Auch die Physik kann der Analogie so wenig entbehren wie des Vergleichs; jedermann wird die Analogie zwischen Licht, strahlender Wärme und Elektrizität zu den wichtigsten Ergebnissen der Wissenschaft zählen, und sie ist doch nur aus Tatsachen erschlossen. Immerhin wohnt allen auf Analogie gestützten Schlüssen ein gewisser Grad von Unsicherheit inne, und wir sollten die Trennungslinie nicht verwischen zwischen dem Erschlossenen und dem auf unmittelbare Erfahrung gegründeten Wissen.

220.

Die unmittelbare Erfahrung liefert uns einzelne Tatsachen; wir dürfen uns aber von der Fülle der Einzelheiten

nicht erdrücken lassen, sondern müssen versuchen, sie wissenschaftlich zu beherrschen. Dazu dient uns das Mittel der Abstraktion, die darin besteht, daß wir von den gewonnenen Anschauungen und Begriffen das weniger Wichtige abziehen, sodaß das uns wesentlich Dünkende übrigbleibt. Zu allgemeinen wissenschaftlichen Lehrsätzen können wir somit nur durch Abstraktion gelangen, wobei dem urteilenden Ich die Entscheidung darüber zufällt, welche Merkmale einer Erscheinung zu betonen, und welche zu vernachlässigen sind. Die Abstraktion ist also ein willkürliches Verfahren, bei dem der Phantasie ein gewisser Spielraum der Mitwirkung eingeräumt wird. Durch Abstraktion gewinnen wir die wichtigsten Begriffe der Wissenschaft, so Materie und Energie, Gesetz und Gestalt, Gattung und Art.

221.

Die Wissenschaft hat die Erfahrung zur Grundlage und findet ihren Abschluß im Urteil. Die Urteile teilt man ein in erläuternde oder analytische und in ergänzende, erweiternde oder synthetische. Beide sind mit Vorsicht und Takt zu handhaben, soll die Grenze der Wissenschaftlichkeit nicht überschritten werden. Das Erläuterungsurteil ist Interpretation von Tatsachen, in der die Phantasie uns leicht einen Possen spielt. Bei Erweiterungsurteilen haben wir uns davor zu hüten, daß die Phantasie uns nicht zu Dichtungen ins Blaue hinein fortreißt. Bei rechter Handhabung dagegen werden sowohl das analytische wie das synthetische Urteil zu den wertvollsten und unentbehrlichsten Hilfsmitteln der Wissenschaft. Euklid sagt: „Analytisch wird ein Satz bewiesen, wenn man das Gesuchte als bekannt annimmt und durch daraus gezogene Schlüsse auf erwiesene Wahrheiten zurückkommt. Synthetisch hingegen,

wenn man von erwiesenen Wahrheiten zu dem Gesuchten gelangt." Ich glaube, daß wir uns diese goldene Regel der Geometrie auch in unsern Urteilen auf allen Gebieten der Naturwissenschaft vor Augen halten können, und ich halte es für erlaubt, das, was Euklid Beweis nennt, durch das Wort Urteil zu ersetzen. Gewöhnlich laufen in der Wissenschaft analytische und synthetische Urteile nebeneinander her oder durchkreuzen einander. Die Denkanalysen eines Problems bewegen sich oft divergierend in verschiedenen Richtungen, zu deren Vereinigung die Synthese dann Brücken zu schlagen hat. Es liegt wohl jeder Anschauung ein abgekürztes Verfahren synthetischer Analyse zugrunde. Die Erläuterungsurteile geben uns eine vielseitigere Rechenschaft von dem, was wir wissen, die Erweiterungsurteile suchen dem Wissen eine Abrundung zu geben, die uns befriedigt; allerdings machen wir uns selbst damit zum Maß dieses Wissens. Nicht nur durch Beobachtung, auch durch Denken lassen sich Entdeckungen machen. So kann ich begrifflich Töne aus Schallstößen und Schallschwingungen aus Tönen herleiten; hier wie auf dem Gebiete der Farben und der Theorie des Lichts werden physiologische und physikalische Tatsachen, wird Erleben und Geschehen durch unsern urteilenden Verstand in Zusammenhang gebracht. Die Erfahrung fordert das Urteil, das Erschließen gleichsam heraus; ohne das Zusammenwirken beider gibt es keine Wissenschaft.

222.

Seit Galilei die Fallerscheinungen beschrieb, sprechen wir von Naturgesetzen, und die Gesetzmäßigkeit des Naturlaufes gehört zu den fundamentalen Voraussetzungen der Wissenschaft. Zu jedem Naturgesetz gibt die Erfahrung den Anlaß, während seine Formulierung Aufgabe unseres

urteilenden Verstandes ist. Gesetz ist Begriff, ist Schema; die Gesetzmäßigkeit des ihm zugrunde liegenden Geschehens betrachten wir als Tatsache. Das Naturgesetz ist ein abstrakter Ausdruck für unveränderliche Beziehungen innerhalb einer Gruppe von Tatsachen. Zum Naturgesetz gelangen wir durch Verallgemeinerung von Erfahrungen und durch gestaltenden Ausdruck der in ihnen wiederkehrenden Regelmäßigkeiten. Unserm Urteil liegt es ob, die in der Erscheinungswelt ihren Abglanz findenden festen Beziehungen der Dinge auf eine uns verständliche Formel zu bringen; wir erwarten, daß eine Analogie besteht zwischen solcher Formulierung des Zusammenhangs der Erscheinungen und einem von uns unabhängigen, gesetzmäßigen Geschehen. Insofern tragen wir unsere Formel in die Natur hinein, als sie ein Erzeugnis unseres abstrahierenden Denkens ist, wodurch Einzelbeobachtungen zusammengefaßt werden; der Grund der Beobachtung liegt aber in der Natur selbst, folglich auch der Grund jener Abstraktion. Wenn man nicht behaupten will, daß wir die ganze Natur lediglich aus dem Verstande heraus konstruieren, so kann man auch nicht sagen, daß wir die Gesetzmäßigkeit der Natur unterschieben. Die Gesetzmäßigkeit der Natur richtet sich nicht nach uns, sondern wir richten uns nach ihr, indem wir sie in der Formulierung von Naturgesetzen begrifflich zu bestimmen suchen, und die Forschung hat sich der Natur unterzuordnen, sich ihr anzupassen. Es kommt darauf an, was wir in der Natur finden, nicht, was wir wünschen und finden wollen. Wenn Kant gesagt hat, daß wir der Natur ihre Gesetze vorschrieben, so ist dies mißverstanden worden und hat mancherlei Unklarheit veranlaßt; jene Äußerung Kants hat nur insofern einen Sinn, als die Formulierung der Regelmäßigkeiten in den Erscheinungen von unsern Verstandes-

eigenschaften abhängt, als die Naturgesetze unsere Abstraktionen sind, und damit anthropomorphe Gebilde. Sie entstammen aber der Erfahrung, und Kant hat nur unsere eigene Tätigkeit in dieser accentuiert. Der Realgrund der Naturgesetze liegt im Naturgeschehen selbst, und dieses beschreiben wir, soweit es in den Erscheinungen uns zugänglich wird, durch Aufstellung von Gesetzen.

223.

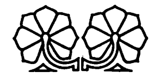
Auch wenn wir innerhalb unserer Vorstellungswelt bleiben, besitzen Naturgesetze nicht bloß subjektive, sondern auch objektive Geltung. Es sind Imperative, die wir nicht auferlegen, sondern deren Wirksamkeit wir entdecken und in abstrahierenden Beschreibungen wiedergeben. Die Beschreibung ist allerdings unser Werk; die Richtigkeit ihres Inhalts wird indessen durch die Gewalt der Tatsachen bestimmt und nicht durch unsere Willkür. Darum ist auch bei verschiedenen Naturgesetzen der Grad ihrer Gewißheit ein verschiedener. Das Fallgesetz, das Brechungsgesetz des Lichtes sind mathematisch beweisbar, also apodiktisch gewiß. Die biologischen Gesetze, z. B. das Gesetz, daß jedes Lebewesen einem andern entstammt, sind nicht mathematisch demonstrierbar, daher nur erfahrungsmäßig gewiß. Als oberster Leitsatz ergibt sich, daß die Natur in allen ihren Vorgängen Gesetzen gehorcht, und zwar festen, unverbrüchlichen Gesetzen. Die Beständigkeit der Naturgesetze ist Voraussetzung jeder Forschung und jeder Wissenschaft, und diese Gesetze können schon darum nicht ihren alleinigen Grund im menschlichen Verstande haben, weil die Urteile der Menschen sehr verschiedenartig ausfallen; wir sind wandelbar, die Naturgesetze sind unwandelbar, sie wurden schon von Spinoza sub specie aeternitatis angeschaut. Die

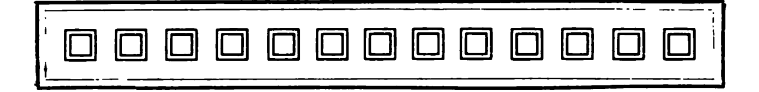
Naturgesetzlichkeit könnte man die Vernunft der Dinge nennen; so maßgebend ist sie für die Harmonie und für die Ordnung in der Natur. Wir gelangen zu den Naturgesetzen durch Denken und Urteilen, doch nur auf Grund von Tatsachen.

224.

Unser Leitsatz von der Beständigkeit der Naturgesetze wurde aus der Erfahrung geschöpft, und wir machten diese Erfahrung zur bewußten, erprobten Voraussetzung jeder Forschung, zu einer Forderung, der jede Beobachtung genügen muß, wenn wir sie als richtig anerkennen sollen. Eine solche Forderung der Forschung nennen wir Axiom. Die Axiome sind also aus der Erfahrung geboren, werden dann aber selbst Voraussetzung jeder ferneren Erfahrung. Die Axiome beruhen auf geistiger Anschauung, ohne beweisbar zu sein; doch ist jeder, der ihren Sinn versteht, von ihrer Richtigkeit überzeugt. Es gibt mathematische, logische, physikalische und biologische Axiome. Vorbildlich waren von jeher die geometrischen Axiome. Solche Axiome sind: daß die gerade Linie der kürzeste Weg zwischen zwei Punkten ist; daß durch einen Punkt sich nur eine einzige Parallele zu einer Linie ziehen läßt; daß parallele Linien bei beliebiger Verlängerung sich nicht schneiden. Diese Axiome sind erfahrungsmäßig begründet, ohne exakt bewiesen werden zu können. Ein Axiom ist auch das Prinzip der Unveränderlichkeit der Naturgesetze, ein besonders wichtiges Axiom das Trägheitsprinzip. An die Richtigkeit dieser beiden Prinzipien glauben wir, und in dieser Überzeugung machen wir sie zur Grundlage der Wissenschaft. Ich meinerseits halte das Entwicklungsprinzip, sofern wir es in der Phylogonie der Organismen zur Anwendung bringen, für ein Axiom, weil es nicht beweisbar ist, ich aber doch von seiner Tatsächlich-

keit überzeugt bin. Schon das Vorhandensein und die identische Organisation verschiedener denkender Wesen ist Axiom; apodiktisch sicheres Wissen habe ich nur vom Dasein meiner eigenen Persönlichkeit. In unserer ganzen Naturauffassung stecken viel mehr Axiome, als man gewöhnlich meint, und was wir für selbstverständlich halten, ist in der Regel ein Axiom. Der Satz: Alle Menschen sind sterblich, kann als Axiom aufgefaßt werden; er ist ein Postulat der Vernunft, an dessen Richtigkeit niemand zweifelt. Dennoch ist dieser Satz auf induktivem Wege erschlossen; denn über das Verhalten aller in Zukunft lebenden Menschen fehlt uns die Erfahrung.





Sechzehntes Kapitel.

Kausalität und Finalität.

○○○

225.

Die wissenschaftliche Forschung ist auf die Ermittlung von Beziehungen gerichtet, und im Grunde sind nur die Beziehungen der Dinge zueinander erkennbar. Unser denkender und ordnender Verstand sucht jene Beziehungen auf logische Einheiten zurückzuführen. Es gibt solche Einheiten von allgemeiner und andere von beschränkter Geltung. Als allgemeine logische Beziehungseinheiten können angesehen werden: die Identität, die Verschiedenheit und die Kausalität. Eine Einheit von beschränkterer Geltung ist die Finalität. Diese Einheiten sind durch Abstraktion gewonnen.

226.

Wenn wir die Abhängigkeit von der Zeit ins Auge fassen, so zeigen sich zwischen unsern Erlebnissen und dem daraus gefolgerten, von uns unabhängigen Geschehen Beziehungen nach rückwärts auf Vergangenes, nach vorwärts auf Zukünftiges und gleichsam seitwärts auf Gegenwärtiges. Alle Rückwärtsbeziehungen gehören ins Bereich der Kausalität, alle Vorwärtsbeziehungen in das der Finalität; die dritte Gruppe von Beziehungen, die auf Gegenwärtiges gerichtete, kann sowohl kausal wie final sein.

227.

Die Kausalität bezeichnet den Ursprung, die Finalität den Abschluß eines Geschehens, einer Entwicklung. Betrachten wir eine blühende Pflanze, so ist ihre Gestalt kausal bestimmt durch die Eigenschaften des Samenkorns, dem sie ihren Ursprung verdankt; und sie findet final den Abschluß ihrer Entwicklung im Hervorbringen von neuen Samenkörnern. Auf die Richtung meiner Betrachtung kommt es daher an, ob ich jene Pflanze kausal oder final begreifen will, und hierbei werden Kausalität wie Finalität zu Kategorien der Beschreibung. Je nach dem Wechsel des Gesichtspunktes kann man also einen Zusammenhang von Erscheinungen kausal oder final beurteilen. Wenn ich sage: Ich kaufte mir eine Fahrkarte, um damit nach Hamburg zu fahren, so ist dies die finale Beschreibung der gleichen Handlung, wie wenn ich sage: Weil ich mir eine Karte kaufte, kann ich damit nach Hamburg fahren, was Kausalbeschreibung ist. Wie im obigen Beispiel der Pflanze, so sind Kausal- und Finalbeziehungen meist eng miteinander verknüpft. Die Beurteilung nach finalen Gesichtspunkten nennt man Teleologie, und entsprechend heißt die Beurteilung nach kausalen Gesichtspunkten Ätiologie. Eine fast allgemein verbreitete Unart des Sprachgebrauchs besteht darin, daß man die Worte Teleologie und Kausalität einander gegenüber stellt; der Gebrauch des Wortes Ätiologie wird allgemein wohl nur in der wissenschaftlichen Medizin angetroffen.

228.

Nur die Erfahrung belehrt uns darüber, welche Erscheinung als Wirkung auf eine andere Erscheinung als Ursache folgt, aus ihr entspringt. Ein ursachloses Geschehen gibt es nicht im Bereiche der Erfahrung. Während Kant

die Kausalität zu den Kategorien rechnet, es für unsern Verstand somit denknotwendig ist, alles Geschehen in einem Kausalzusammenhange vorzustellen, beruft sich Hume darauf, daß alle unsere Erfahrungen mangelhaft sind, und daß kein Kausalverhältnis streng bewiesen, sondern nur geglaubt werden kann. Hume hebt hervor, daß die Kausalbeziehung weder in der Ursache noch in der Wirkung drin stecke, sondern aus beiden Tatsachen nur durch ein Ergänzungsurteil gefolgert werde. Nach dieser Auffassung, die auch von Kant nicht widerlegt worden ist, kann das Kausalprinzip nur den Axiomen beigezählt werden. Aber auch wenn wir diesem Axiom für die Körperwelt und im Bereiche des Naturgeschehens überhaupt allgemeine Gültigkeit zuschreiben, so werden wir doch nie hoffen dürfen zu wissen, w i e zwei Körper aufeinander wirken. Wenn wir kraft unserer geistigen Organisation die kausale Abhängigkeit einer Vorstellung, eines Begriffs von einem andern zu denken vermögen, und wir bei Beobachtung der Natur die Erfahrung solcher Abhängigkeitsverknüpfungen machen, so beweist dies, daß unser Erkenntnisvermögen dem Naturzusammenhange angepaßt ist. Lassen wir aber Humes Kritik des Kausalprinzips gelten, so wird alles Auffinden von Kausalbeziehungen immer nur den Anspruch auf einen mehr oder minder hohen Grad von Wahrscheinlichkeit machen können. Es kann also kein Kausalzusammenhang beobachtet, er kann immer nur aus unsern Wahrnehmungen geschlossen werden; beobachtet wird lediglich die Aufeinanderfolge oder die Gleichzeitigkeit zweier Ereignisse.

229.

Der Naturforscher verfährt in seiner Anwendung des Kausalprinzips weniger skrupulös als Hume. Ihm liegt

daran, nicht nur die Erscheinungen selbst, sondern auch deren Bedingungen kennen zu lernen, und er beschränkt sich darauf, die näheren oder entfernteren Bedingungen der Erscheinungen aufzusuchen. Die Ermittlung der Abhängigkeit einer wahrgenommenen Tatsache von ihren Bedingungen genügt seinem Bedürfnis nach kausaler Betrachtung, und er verzichtet darauf, bis zur letzten Ursache, dem eigentlichen Ursprunge der Erscheinungen vorzudringen. Die Feststellung, ob jene Bedingungen gleichbleibend oder veränderlich sind, ist dabei von großer Bedeutung, und nur das Auffinden fester Bedingungen führt zur Erkenntnis von Naturgesetzen. Als Beispiel möge das Ohmsche Gesetz genannt sein. Dasselbe sagt aus, daß die Stärke eines elektrischen Stromes direkt proportional ist der elektromotorischen Kraft und umgekehrt proportional der Größe der Widerstände. In diesem System von Kausalbeziehungen haben wir es daher mit positiven und mit negativen Bedingungen eines Geschehens zu tun; positiv ist die Elektrizität erzeugende Kraft, negativ der Widerstand. Ich glaube, daß dies für das Gebiet der Elektrodynamik aufgestellte Gesetz eine Verallgemeinerung auf alles Naturgeschehen zuläßt und einen zutreffenden Ausdruck liefert für alle meßbaren Kausalbeziehungen, die es gibt.

230.

Schon Humes zweifellos berechtigte Kritik sollte davor warnen, dem Kausalprinzip, so wichtig es ist, eine übertriebene Bedeutung auf dem Gebiete der Naturforschung einzuräumen. Trotzdem kann man oft genug das Dogma verkünden hören, die Naturforschung habe ihre Aufgabe gelöst, wenn sie für einen Vorgang die Ursache aufgefunden habe. Bereits Liebig ist einer solchen Auffassung entgegen-

getreten, wenn er sagte: „Dem, was man in der Wirkung sah, unterlegte man ein Wort, und dieses Wort nannte man die Ursache und erklärte die Wirkung damit.“ Ernst Mach hat die sehr verbreitete Naturanschauung, die sich auf eine so rohe Auffassung der Begriffe Ursache und Wirkung stützt, als eine pharmazeutische verspottet: auf eine Dosis Ursache folge eine Dosis Wirkung. Mach hat dann den Begriff der Ursache durch den Begriff der „funktionalen“ Abhängigkeit zu ersetzen gesucht, der dem Begriffe der Bedingtheit einer Erscheinung durch eine andere nahe kommt. Er stellt sich das kausale Abhängigkeitsverhältnis unter einem geometrischen Bilde vor. So wie der Verlauf einer Kurve, z. B. einer Parabel, eine Funktion ist ihrer Koordinaten, d. h. von diesen Linien abhängt, so ist auch das Bedingte eine Funktion seiner Bedingungen. Es bleibt abzuwarten, ob diese Auffassung des Kausalprinzips sich in der Wissenschaft wird endgültig durchzusetzen vermögen. In vielen Fällen sträubt sich das Gefühl dagegen, alle energetischen Kausalbeziehungen nach dem Schema der geometrischen Abhängigkeit zu denken, und den meisten dürfte es verständlicher sein, auch künftig von Bedingung und Bedingtem, anstatt von funktionaler Abhängigkeit sprechen zu hören. Auch sind die Begriffe und Worte „Ursache und Wirkung“ für unser Geistesleben nicht umsonst geprägt worden.

231.

Während im Axiom der Kausalität ein Prinzip vorliegt, das auf allen Gebieten der Naturwissenschaft seine Anwendung findet, sie alle beherrscht, gilt ein gleiches nicht von der Finalität. Sie macht sich geltend im Rahmen der Kausalität und neben dieser. Der Bereich ihrer Geltung ist aber beschränkt; als allgemeines Axiom kann die

Finalität daher nicht angesehen werden. Die Finalität der Natur ist eine Tatsache und zugleich ein Problem, wie die meisten Tatsachen es sind; sie ist uns sowohl in der Anschauung wie durch das Denken gegeben. Der Finalität liegt das Prinzip der Richtung zugrunde, und diese Richtung wird bestimmt durch das Ziel, auf das ein Naturvorgang sich hinbewegt. Auch in zeitlosen Finalbeziehungen, d. h. in solchen, die sich nicht erst in der Zukunft vollenden, sondern schon in der Gegenwart zum Abschluß gelangt sind, stellt sich eine Erscheinung auf die andere ein, was eine Richtung ergibt. Eine solche Richtung kann zugleich Anlaß geben zu einer ätiologischen (kausalen) Beurteilung; es braucht das aber nicht der Fall zu sein. In dieser Hinsicht verhalten sich die Finalbeziehungen der Natur analog den Finalbeziehungen im Menschenleben. Schon im preußischen Landrecht werden nachdrücklich die beiden Sätze unterschieden: res agunt ad finem und res agunt propter finem. Der erstere Satz zeigt die Finalbeziehung lediglich als Richtung, der zweite verknüpft die Richtung mit kausaler Abhängigkeit. In der Biologie, dem eigentlichen, oder wenigstens engeren Geltungsbereich der natürlichen Finalität, läßt meistens ein und derselbe Vorgang beide Arten der Beurteilung zu. In bezug auf das Auge können wir z. B. sagen: Es entwickelt sich eine Gruppe von Außenhautzellen des Embryo in der Richtung, genauer in einer solchen Schar divergierender Richtungslinien, daß daraus die einzelnen wichtigen Teile des Auges und damit das ganze Auge entstehen. Wir können aber auch sagen: Die Entwicklung schreitet in den bestimmten Richtungen vor wegen der Bildung des Auges, weil sonst kein der Wahrnehmung fähiges Sehorgan entstehen würde; z. B. wenn die Bildung der Linse oder der Netzhaut unterbliebe. Die Finalbeziehung

gibt sich uns also zu erkennen sowohl in der Richtung der Entwicklung auf das Auge hin, wie in der eigenartigen Fortentwicklung eines Haufens gleichartiger Zellen wegen der Bildung des Auges. Ich halte beide Urteile für berechtigt; im zweiten würde man von einer Endursache sprechen können, ein Begriff, dessen sich die Wissenschaft aller Zeiten bedient hat, der indessen nicht unserer oben gegebenen Definition von Kausalbeziehungen entspricht, die dort, allerdings willkürlich, auf Beziehung zu etwas Vorausgegangenem oder Gleichzeitigem beschränkt wurden.

232.

Wenn wir auch vom Gesichtspunkt der Endursachen absehen, so läßt sich die Finalität der Natur doch begrifflich unter verschiedenen Formen gestalten. Sie erscheint uns als Vorbereitung in der Entwicklung einer Gruppe embryonaler Zellen beim Aufbau eines Körperorgans der Pflanzen und Tiere. Schon die Entwicklung selbst kann als finaler Vorgang angesehen werden; sie läßt allerdings auch eine ätiologische Beurteilung zu. Zielstrebig nennen wir die Entwicklung im Hinblick auf ihren Abschluß. Von Zweckmäßigkeit sprechen wir, wenn z. B. die Teile eines Organs derartig richtig aufeinander bezogen sind wie beim Auge, so daß dadurch Sehen ermöglicht wird. Die Zweckmäßigkeit der Organe und ihrer Reaktionen bei Pflanzen und Tieren kann auch erhaltungsmäßig genannt werden, insofern das Leben durch sie ermöglicht oder erleichtert wird; erhaltungsmäßig ist gerade so gut ein teleologischer Begriff wie zweckmäßig. Eine negative Finalität liegt im Begriffe Unzweckmäßig; dahin würden z. B. Abänderungen des Tierkörpers zu rechnen sein, die das Leben erschweren. In Wirklichkeit gibt es im Bereiche der Natur nichts voll-

kommen Zweckmäßiges; vollkommene Zweckmäßigkeit ist ein idealer Grenzwert, der nirgends erreicht wird. Die Worte Zweckmäßig und Unzweckmäßig sind nicht in ihrem absoluten Sinne zu verstehen, d. h. sie bedeuten nur einen größeren oder geringeren Grad von Zweckmäßigkeit. Endlich darf auch der Begriff der Absicht der Finalität unterstellt werden. Mensch und Tier handeln mit Absicht, wenn sie Zweckmäßiges schaffen. Wenn ein gesättigter Hund einen Knochen, eine satte Waldmaus eine Haselnuß in der Erde vergräbt, um sie bei erneutem Hungergefühl wieder auszugraben, so handeln sie nicht nur zweckmäßig, sondern auch mit Absicht. Da Mensch und Tier zur Natur gehören, so genügt schon ihr zweckmäßiges Handeln, um die Tatsächlichkeit der Finalität im Gebiete des Naturgeschehens zu erweisen. Jede solcher zweckmäßigen Handlungen läßt auch eine kausale Betrachtung und Beurteilung zu. Was wäre uns z. B. die Elektrizität ohne die zwecksetzenden Handlungen des Menschen, der sie in seinem Dienst verwertet; wir können aber auch sagen, die Verwendung der Dynamomaschine, des Telegraphen usw. sind bedingt und werden möglich durch die Eigenschaften der verschiedenen Substanzen, die in jenen Instrumenten zur Anwendung gelangen. Diese reine Kausalerklärung würde indes niemanden befriedigen können; die ergänzende Finalerklärung drängt sich von selbst auf und beweist dadurch ihre Notwendigkeit. Dem gegenüber kennen wir allerdings einen elektrischen Vorgang gewaltigster Art, in bezug auf den nur eine Kausalerklärung Sinn hat: das Gewitter.

233.

Die Finalität ist ein wahrhaft wissenschaftliches Prinzip; die teleologische Beurteilung steht an Wissenschaftlichkeit hinter der ätiologischen nicht zurück. Dies wird schon klar,

wenn man mit Mach eine der wichtigsten Seiten aller Wissenschaft in der **Ökonomie** der Auffassung und Mitteilung erblickt, d. h. in einer möglichst übersichtlichen, einheitlichen und mühelosen Erfassung der Tatsachen und ihrer kürzesten und sparsamsten Beschreibung. Es gehört aber gerade zum Wesen der finalen Beurteilung, wichtige Beziehungsreihen in jenem Sinne ökonomisch zusammenzufassen. Daher berührt es im höchsten Grade befremdend, wenn nach der ungeheuren Fülle von Finalbeziehungen, welche die Biologie zutage gefördert hat, noch in neuerer Zeit ein Philosoph wie Albert Lange erklärt, daß die Teleologie mit echter Naturforschung unvereinbar sei. Wenn ein solches Urteil im Altertum von Demokrit und Epikur ausgesprochen wurde, so bin ich der Meinung, daß sich seine Berechtigung seit jener Zeit bis zur Gegenwart durch den Fortschritt der biologischen Entdeckungen unausgesetzt verringert hat. Daß Spinoza als Hauptgegner der Teleologie genannt wird, kommt schon darum wenig in Betracht, weil nach allem, was wir darüber wissen, Spinoza auf dem Gebiete der Biologie wenig zu Hause war. Und dabei passiert es Spinoza selbst, daß er teleologisch denkt, wenn er sagt, kein Ding, das nicht von Gott bestimmt sei, etwas zu wirken, könne sich selbst zum Wirken bestimmen. Die Frage wozu? läßt sich doch nur teleologisch beantworten! Ganz seltsam mutet es aber an, wenn Biologen der Gegenwart die Streichung der Finalität aus der Wissenschaft empfehlen und die wissenschaftliche Forschung auf die Aufsuchung von „Ursachen" einschränken wollen. Mir fehlt jede Antwort auf die Frage, warum die Naturforschung nicht nach Zielen und Zwecken suchen dürfe. Das Verbot davon seitens jener Telophoben, wie K. E. von Baer sie nannte, erinnert mich immer an den Staatsanwalt im Dreyfusprozeß, der von Zeit zu Zeit

sich erhob und rief: Die Frage darf nicht gestellt werden! Ich glaube, die Biologen handeln ganz richtig, wenn sie sich durch ein solches Verbot der Frage nach Finalbeziehungen, wohin schon alle Anpassungen gehören, nicht beirren lassen. Es kommt hinzu, daß jene Gegner der Finalität gewöhnlich gegen eine Karikatur der Teleologie polemisieren, die längst, unter andern auch durch K. E. von Baer, von der wahren und wissenschaftlichen Teleologie geschieden wurde. Allerdings kommt in Betracht, daß gerade bei der Finalität die Weltanschauungen auseinander gehen, und es ist nicht zu verwundern, wenn der Materialismus die Teleologie abweist oder sich vor ihr verkriecht. Warum aber Leute, die nicht Materialisten sein wollen, in die gleiche Kerbe hauen, ist mir unverständlich. Übrigens vermochte schon der Urmaterialist Demokrit sich der Zweckmäßigkeit in den Einrichtungen des menschlichen Körpers nicht zu verschließen, und er verzichtete auf eine Erklärung aus seinen Prinzipien heraus. Wenn Kant die Teleologie ein „regulatives Prinzip" genannt hat, d. h. eine Forschungsregel für den Verstand, so scheint mir daraus auch nur eine Harmonie zwischen unseren Denkgesetzen und der objektiven Erscheinungswelt hervorzugehen, eine Anpassung unseres Erkenntnisvermögens an seine Aufgabe, das Erkennen. Will man sich damit noch nicht zufrieden geben, so mache ich darauf aufmerksam, daß jeder Willensakt final gerichtet ist, daß jede Analyse und Synthese von Erscheinungen eine Handlung finaler, zielstrebiger Willenstätigkeit bedeutet; soll das Wollen etwa von der objektiven Natur ausgeschlossen werden?

234.

Daß der Begriff der Finalität auch auf dem Boden der anorganischen Natur seine Berechtigung hat, wurde be-

reits durch K. E. v. Baer hervorgehoben. Es sei nur auf die Kristallbildung hingewiesen, in der die flüssigen Moleküle zum Aufbau einer bestimmten Gestalt zusammentreten. Lapparent hat für zahlreiche Kristallbildungen den Nachweis geführt, daß sie in analoger Weise zweckmäßig, bzw. erhaltungsmäßig eingerichtet sind, wie die Stengel und Blätter der Monokotylen und die Schwammsubstanz der Knochen, deren Struktur den betreffenden Gebilden den höchsten Grad von Festigkeit gewährt. Es sei ferner hingewiesen auf das im ganzen Gebiete der Natur geltende, von Maupertuis begründete Prinzip der kleinsten Wirkung, wonach das physikalische Geschehen auf dem kürzesten Wege und mit dem geringsten Kraftaufwande erfolgt. Portig hat dem Geltungsbereiche dieses Gesetzes eine eingehende Untersuchung gewidmet, auf die hier verwiesen sein möge. Im Zusammenhange unserer Betrachtung genügt es hervorzuheben, daß das Gesetz der kleinsten Wirkung einen teleologischen Sinn hat. Weil indes im Bereiche der Organismen die Finalbeziehungen mit ungleich größerer Deutlichkeit hervortreten, verdienen sie bei Erörterung des Prinzips den Vorzug.

235.

Schon Descartes' Maschinentheorie der Organismen stand unter teleologischen Gesichtspunkten, und sie hat eine überaus fruchtbare, für alle Zeit gültige Analogie zwischen den Maschinen und den Organismen enthüllt; daß durch diese Analogie das Wesen der Organismen nicht erschöpft wird, daß diese Analogie für die Entstehung, Entwicklung und Fortpflanzung der Organismen versagt, tut Descartes' großem Gedanken keinen Eintrag. Er bezog sich auf die fertige Maschine und den fertigen Organismus. Wie in

den Maschinen alle Teile auf einheitliche Zwecke bezogen sein müssen, so kann der Organismus nur leben durch das Zusammenwirken seiner Organe, das Organ nur bestehen durch eine richtige Finalbeziehung aller Teile aufeinander, d. h. durch eine zweckmäßige Struktur. Dadurch wird jede Zelle zu einer durch zweckmäßige Gruppierung von Molekülen chemischer Verbindungen aufgebauten Einheit, jedes Organ zu einer aus Zellen aufgebauten höheren Einheit, der ganze Organismus zu einer aus Organen zusammengesetzten höchsten Einheit. Alle niederen und höheren Einheiten müssen harmonisch zusammen stimmen, wenn der Organismus lebensfähig sein soll. Schon geringfügige Störungen können das Leben bedrohen, wie das Ausleiern eines Achsenlagers den richtigen Gang einer Taschenuhr beeinträchtigt. Die genauere Durchführung dieser Gesichtspunkte würde eine teleologische Beschreibung eines Organismus ergeben. Wohl läßt sich statt deren auch eine rein ätiologische Beschreibung durchführen; allein sie wird nicht nur viel unbeholfener sein, sondern auch wichtigen Seiten des Gegenstandes nicht gerecht werden. Auch dadurch wird der wissenschaftliche Wert der finalen Beurteilung erwiesen; freilich soll sie stets mit der kausalen Beurteilung Hand in Hand gehen. Auch in der Biologie steht die Erforschung der Kausalbeziehungen an Wichtigkeit obenan, denn ihr Geltungsbereich ist der weitere; sie gestatten, die Lebensvorgänge soweit wie möglich auf physiko-chemisches Geschehen zurückzuführen, und dies muß unbedingt höchste Maxime der biologischen Forschung bleiben. Durch dieses Anerkennen soll aber die Wichtigkeit der teleologischen Betrachtung des Aufbaus der Organismen nicht beeinträchtigt werden, und wenn sich der Biologe willkürlich auf die ätiologische Betrachtung beschränkt, so verfällt er damit einem öden, weil einseitigen Schematismus.

236.

Im Organismus, z. B. im menschlichen Körper, ist jedes Einzelgeschehen zweckvoll durch das Gesamtgeschehen bestimmt. Von der Bewegung unserer Hände und Füße bis zur Arbeit unserer Gedanken hinauf ist alles zweckmäßig. Weil wir nur Ersprießliches denken, wenn wir Zweckmäßiges denken, so hat man die Organismen selbst mit Erzeugnissen menschlichen Nachdenkens verglichen; man hat sie geradezu Zweckgedanken genannt. Eine Weiterführung dieser Betrachtung fordert zur Frage heraus: Zweckgedanken wessen? und diese Frage leitet ins Gebiet der metaphysischen Spekulation hinüber, das ich hier nicht zu betreten wünsche. Um so wichtiger ist es hervorzuheben, daß im Organismus des Menschen, vom Schreiten, Atmen, Sehen usw. hinauf bis zum Denken, alles eingerichtet ist für die Erhaltung des Individuums und der Art, und diese erhaltungsmäßige Organisation ist ein Naturzweck zu nennen. Wer solche Betrachtung nicht als wissenschaftlich anerkennen will, den verstehe ich nicht. Die Zweckmäßigkeit in dem angedeuteten Sinne ist die notwendige Übereinstimmung der Organisation mit den Bedürfnissen des Organismus von seinen Anfängen im Ei bis zu seiner Vollendung. Sie gehört darum zu seinen fundamentalen Eigenschaften. Im Grade der Zweckmäßigkeit der Organisation erträgt die Natur mancherlei Schwankungen, indem sie niemals vollkommen, sondern immer nur ausreichend Zweckmäßiges bildet. Im Bereiche der Organisation des Tier- und Pflanzenkörpers ist alles Zweckmäßige nur relativ. Es sind sogar manche Lebensfunktionen zweckmäßig und unzweckmäßig zugleich. So ist z. B. die Ausscheidung des Harns aus dem Tierkörper zweckmäßig, weil das Verbleiben seiner Bestandteile im Blut zu schweren Störungen der Lebensverrichtungen Anlaß

gibt; sie ist unzweckmäßig, weil der Tierkörper dadurch beträchtliche Mengen von Stickstoffverbindungen einbüßt, die er durch Nahrungsaufnahme ersetzen muß. Die Pflanze lebt in dieser Hinsicht viel ökonomischer. Für die Lebensverrichtungen ihrer Zellen ist es ebensogut unerläßliche Bedingung, wie für die des Tiers, daß Eiweiß in einfachere Stickstoffverbindungen zerfällt; aber während letztere im Harn dem Tierkörper verloren gehen, vermag die Pflanze sie in Eiweiß zurückzuverwandeln und erleidet daher niemals einen Verlust an Stickstoff, wodurch eine große Ersparnis in der Stickstoffernährung der Pflanze herbeigeführt wird. Der Lebensprozeß der Pflanze arbeitet also in bezug auf den Stickstoff zweckmäßiger als der des Tiers. Der Umstand aber, daß die Tiere nicht aussterben, beweist hinlänglich, daß auch sie ausreichend zweckmäßig organisiert sind.

237.

Jedes Organ des Pflanzen- und Tierkörpers ist ein Finalbegriff, jede Anpassung eine Finalbeziehung. Wer aber vermöchte die Anpassung bei Tieren und Pflanzen zu leugnen! Zu den Anpassungen können wir auch die Korrelationen rechnen, sofern wir sie nicht als bloßes morphologisches Nebeneinandersein, sondern auch als physiologisches Aufeinanderbezogensein ansehen. Ich verweise auf das Gebiß und den Magen der Wiederkäuer. Ein schlagendes Beispiel für finale Beziehungen ist die Füllung der Milchdrüsen während der Schwangerschaft; und während der Mutterschaft ändert sich in zweckmäßigster Weise die chemische Zusammensetzung der Milch mit den Bedürfnissen des Säuglings in den einzelnen Phasen seiner Entwicklung, wie Bunge gezeigt hat. Zu den wichtigsten chemischen Agentien im Lebensprozeß der Pflanzen und Tiere gehören die Enzyme.

Sie sind Werkzeuge der verschiedensten Lebensverrichtungen; während ihre Finalbeziehungen klar vor Augen liegen, sind ihre Kausalbeziehungen, d. h. der Grund ihres Entstehens, uns durchweg verborgen. Wollte man in der Beschreibung der Enzyme und ihrer Wirksamkeit die Finalbeziehungen auslassen, so wäre das im höchsten Grade fehlerhaft; will man aber sagen, das Bedürfnis des Organismus rufe die Absonderung der Enzyme im Protoplasma hervor, so ist „Bedürfnis" selbst schon ein teleologischer Begriff. Zu den glänzendsten Zeugnissen dafür, daß Finalbeziehungen in der Natur nicht geringeren Anspruch auf objektive Geltung haben als Kausalbeziehungen, gehören Wolffs Beobachtungen über die Regeneration der Linse im Auge des Salamanders. Wolff schnitt dem lebenden Tier die Linse heraus, und nun entstand eine neue Linse aus Zellen anderen Ursprungs, als diejenigen sind, aus denen bei normaler Entwicklung die Linse hervorgeht, weil dies für den fertigen Organismus der einfachere Weg war. Das Prinzip der kleinsten Wirkung tritt in diesem Vorgange selbstregulatorischer Erneuerung eines Organs deutlich hervor. Einen Höhepunkt erreichen die Finalbeziehungen in der wechselseitigen Anpassung ganz verschiedener Organismen aneinander, so der Blumen und Insekten für das Zustandekommen der Befruchtung; doch will ich mich mit dem Hinweise darauf begnügen. Final ist jede ontogenetische Entwicklung, und wenn man Ernst macht mit der Analogie zwischen Ontogonie und Phylogonie, so ist es auch die phylogenetische. Daß unser Erkenntnisvermögen, daß unser Verstand der Außenwelt nicht weniger angepaßt ist als unser Leib, ward bereits hinlänglich hervorgehoben. Die Finalbeziehungen der Organisation des Menschen zur übrigen Natur sind daher ganz allgemeine.

238.

Man hat das nicht wegzuleugnende Vorhandensein der Finalbeziehungen im Körper und im Verhalten der Organismen, kurz ausgedrückt also die organische Zweckmäßigkeit, auch als Problem behandelt, d. h. man hat sie kausal zu erklären gesucht. Demgegenüber könnte von vornherein eingewendet werden, daß die Frage nach dem Grunde der Zweckmäßigkeit kaum mehr Sinn habe, als wenn man nach dem Grunde der Kausalität fragen wollte. Indessen kommt in Betracht, daß die Finalität keine so allgemeine Geltung besitzt wie die Kausalität, und dann wird jene Frage gerade von solchen Biologen gestellt, die alle Erscheinungen im Bereiche der Organismen und des Lebens lediglich kausal zu erklären wünschen. Es handelt sich dabei also um nichts Geringeres als um die Zurückführung der organischen Zweckmäßigkeit auf „mechanische" Vorgänge. Ein solcher Versuch ist nur einmal im großen Stile gemacht worden, und zwar in der Wallace-Darwinschen Selektionslehre, durch die das Zweckmäßige auf ein Zusammenwirken äußerer Umstände und damit auf den Zufall zurückgeführt wird. Dieser Hypothese gegenüber fällt schon mit erdrückender Schwere ins Gewicht die Tatsache, daß noch niemals die Entstehung eines zweckmäßigen Organs oder auch nur die Steigerung seiner Zweckmäßigkeit durch Selektion im Kampfe ums Dasein erfahrungsmäßig nachgewiesen ist. Nur wenn die Intelligenz des Menschen eingreift, erfahren wir etwas von der Möglichkeit und dem Zustandekommen einer Auslese. Daß Finalbeziehungen durch eine „natürliche Auslese" zustande kommen könnten, ist reine Ausgeburt der Phantasie. Die Selektionslehre setzt nicht nur das Dasein von Lebewesen, sondern auch deren Fortpflanzung, Vererbung, Entwicklung und An-

passungsfähigkeit als für sie unerklärbare Wunder voraus. Gerade die Fähigkeit, auf äußere Eindrücke zweckmäßig zu reagieren, ist der höchste Ausdruck einer finalen Organisation der Pflanzen und Tiere. Wolff hat bei Erörterung seiner glänzenden Entdeckung der Regeneration der Salamanderlinse den schlagenden Nachweis geführt, daß unmöglich die Fähigkeit dazu durch Selektion erworben sein könne, ebensowenig auch nach der sogenannten Lamarckschen Regel. Wenn nur in einem einzigen Falle das Zustandekommen einer so eminent finalen und zweckmäßigen Reaktion wie in jener Linsenneubildung ohne Mitwirkung von Selektion aufgezeigt wird, so genügt das, um das Zustandekommen zweckmäßigen Verhaltens ohne erkennbare „mechanische" Ursache zu erweisen, und hier tritt wieder einmal der Satz in seine Rechte, daß eine Tatsache mehr wert ist, als hundert der schönsten Hypothesen. Unter denen, welche prinzipiell die Möglichkeit einer Zurückführung der organischen Zweckmäßigkeit auf mechanische Ursachen bestritten haben, ist in erster Linie kein geringerer als Kant zu nennen. Kant hat es ganz unzweideutig ausgesprochen, daß jeder derartige Versuch vergeblich und im Prinzip verkehrt sei. Im Hinblick auf die von Menschen gefertigten Maschinen und Kunstwerke, die Technizismen, wie er sagt, die nur durch Intelligenz hervorgebracht werden können, macht er ein in der Natur wirksames, urteilsfähiges Prinzip für das Zustandekommen der Zweckmäßigkeiten verantwortlich. Da dieser Gedanke auf das Gebiet des Metapsysischen hinüberweist, soll ihm hier nicht weiter Folge gegeben werden. Jedes vorurteilslose Nachdenken führt aber zu dem Ergebnis, daß die Zweckmäßigkeit in den Einrichtungen der Pflanzen und Tiere mechanisch unerklärbar ist. Die kausale und die finale Betrachtung sind beide

unserm urteilenden Geiste sich anbietende Beschreibungs- und Anschauungsmittel, die wir dort anzuwenden haben, wo sie hingehören. In diesem Sinne kann man die Finalität so gut wie die Kausalität mit E. v. Hartmann für eine Kategorie oder einen Stammbegriff unseres Verstandes erklären. Auf die Natur angewendet, einigen sich Kausalität und Finalität zu einem einzigen Prinzip, dem der Ordnung.

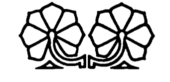
239.

Man spricht von einem der menschlichen Natur eingepflanzten Kausalbedürfnis, wenn in der Wissenschaft wie im praktischen Leben nach Gründen und Ursachen geforscht wird. Ich glaube, mit gleichem Recht könnte man von einem Kausalgefühl sprechen; denn wir fühlen, daß wir sowohl Dinge unserer Umgebung wirksam beeinflussen, als auch, daß wir von Dingen unserer Umgebung abhängig sind. Dies Gefühl, daß wir mit unserer Persönlichkeit und unserm Willen mitten in lauter Kausalbeziehungen und Abhängigkeiten hineingestellt sind, ist vielleicht der psychologische Ursprung des Kausalitätsprinzips überhaupt; die Erfahrungen des eigenen Leidens und Handelns haben im Menschen die Idee einer allgemeinen Kausalität geweckt.

Unter den gleichen Gesichtspunkt läßt sich die Finalität bringen. Wir fühlen ganz unmittelbar, daß unser Wollen und Handeln auf Ziele und Zwecke gerichtet ist, und daß wir sie mit geeigneten Mitteln erreichen. So wie wir aus unsern eigenen, unmittelbar erlebten Kausalbeziehungen heraus schließen, daß Kausalbeziehungen zwischen Ereignissen bestehen, die wir in der von uns unabhängigen Natur aufeinander folgen sehen, erscheint auch der Analogieschluß gerechtfertigt, daß außerhalb der Sphäre unserer eigenen Wirksamkeit Finalbeziehungen existieren, wie sie uns in der

Beziehung der Organe des Tierkörpers aufeinander und in seiner ganzen Entwicklung entgegentreten. Die Idee einer Finalität iu der Natur entsprang aus der Wahrnehmung, daß für erfolgreiches Wirken des Menschen Zwecksetzungen erforderlich sind.

In allen unsern abstrakten Begriffen gelangt ein psychologischer Faktor zur Mitwirkung; wir bilden diese Begriffe von uns aus und übertragen sie auf das uns umgebende Geschehen. Betont man dies in Hinsicht auf die Finalität der *belebten* Natur, so wird man es in bezug auf die Kausalität der *gesamten* Natur nicht leugnen dürfen. Für die Wissenschaft sind Kausalität und Finalität Mittel der Beschreibung, die einander ergänzen.





Siebzehntes Kapitel.

Unser Wissen ein Stückwerk.

240.

Eins der vornehmsten Ideale des Menschen ist die Wahrheit; ihr suchen wir uns durch Beobachtung und Denken zu nähern. Daß es eine andere als anthropomorphe Wahrheit für den Menschen nicht gibt, ist ein unumstößliches Ergebnis der Lehren Kants. Wahr nannte Kant dasjenige, was unser Verstand notwendig denken muß; nach ihm ist die Vernunft der letzte Prüfstein der Wahrheit. Wenn dessen ungeachtet derselbe Kant sagt: „Nur in der Erfahrung ist Wahrheit," so wird er damit auch dem Erkenntnismittel der Beobachtung gerecht. Wer aber von voraussetzungsloser Wissenschaft redet, der vergißt, daß ein Kant gelebt hat. Es gibt nur bedingte Wahrheit auf dem Gebiete des Naturerkennens, nur Wahrheit unter Voraussetzungen. Unmittelbar gewiß für uns sind allein unsere Überzeugungen; alles „Objektiv-Gültige" kann nur mittelbare Gewißheit beanspruchen. Unter objektiver Wahrheit oder Gültigkeit ist das zu verstehen, zu dessen Anerkennung alle ohne Ausnahme gezwungen werden können. Oft aber fühlen wir mehr, was wahr ist, als daß wir es wissen und beweisen können; solche Wahrheit ist subjektiv. So

kann man Platos Ideen dichterisch gestaltete Wahrheit nennen. Leibniz unterscheidet logische und tatsächliche Wahrheit. Die erstere ist bis in ihre letzten Grundlagen hinein widerspruchslos nachweisbar; von der letzteren lassen sich nur die näherliegenden Kausalbeziehungen zu andern Tatsachen aufdecken. Nach Locke besteht Wahrheit nicht sowohl in Übereinstimmung der Vorstellungen mit den Dingen, als der Vorstellungen untereinander, und daran vermag die Erkenntniskritik nicht zu rütteln. Der wissenschaftliche Wert der Wahrheit ist ein idealer, doch ein gewaltiger, und alle Werte sind Quantitätsbeziehungen. „Nichts ist groß, was nicht wahr ist," sagt Lessing. Die Wissenschaft hat es nicht mit Wahrheiten zu tun, die sich in Pfennige umsetzen lassen; sie hat die Wahrheit um ihrer selbst willen zu suchen, unbekümmert darum, ob sie Nutzen oder Schaden bringt. Wohl hofft und glaubt jeder Ehrliche, in seiner Weltanschauung Wahrheit zu gestalten; doch er weiß auch, daß diese Wahrheit ein Tropfen bleibt im Vergleich zum Ozean des Unbekannten. Darum ist des Naturforschers allein würdig eine Wahrhaftigkeit, die jedem Zweifel Raum gibt, der sich aufdrängt. „Das erste und letzte, was vom Genie gefordert wird, ist Wahrheitsliebe," sagt Goethe. Wohl kann der Mensch erkennen; das ist zweifellos. Doch ebenso sicher ist, daß er auf dem Gebiete der Naturwissenschaft nichts ganz erkennen kann, daß unser Wissen immer nur Annäherung an die Wahrheit bleibt; und alle naturwissenschaftliche Wahrheit, die in Tatsachen bestehen soll, ist provisorisch, sofern sie sich nicht mathematisch beweisen läßt. Die Erkenntnis der Wahrheit und damit die Wissenschaft würde erst abgeschlossen sein, wenn die Erfahrung völlig am Ziele ist, wenn es nichts Unerforschtes mehr gibt. Da dies ein unerreichbares Ideal bleibt, müssen wir eine un-

vollendete Naturanschauung und damit eine unvollkommene Wahrheit ertragen; das ist unser Los. Oft bricht die Wahrheit sich erst spät ihre Bahn, und in vielen Fällen dürfen wir nicht erwarten, die Frucht von einem Baume zu pflücken, den wir pflanzten. Schon nach Plato hat die Philosophie der Natur keinen Anspruch auf Gewißheit, sondern muß sich mit der Wahrscheinlichkeit von Ansichten bescheiden.

241.

Soll etwas wahr sein, so fragt man nach Beweisen. Wenn von einer Tatsache ihre Beweiskraft gefordert wird, so heißt das, die Dinge sollen erkannt, die Erkenntnisse bewiesen werden. Es gibt Beweise verschiedenen Grades und verschiedener Strenge. Die Mathematik gilt als Ideal aller beweisenden Wissenschaft. Vor ihren Beweisen verstummen Widerspruch und Zweifel; ich erinnere nur an das Brechungsgesetz der Lichtstrahlen. Lehrreich sind die Beweismittel und das Beweisverfahren der Rechtspflege; es gründet sich auf die sogenannten Indizienbeweise. Durch Indizienbeweise werden Verbrechen aller Art aufgeklärt, auf sie werden Todesurteile gegründet. Indizienbeweise gelangen auch auf weiten Gebieten der Naturforschung zur Anwendung, insbesondere im Bereiche der Biologie. Bei Anlegung eines strengen Maßstabes müssen wir einräumen, daß sie uns immer nur zum Glauben, zum überzeugten Glauben, zur Überzeugung vom richtigen Erkennen einer Tatsache führen können. Einen Glauben, eine Überzeugung bekennt man; wir können darum bekennende und beweisende Denker unterscheiden. Die letzteren glauben, auf das mathematische und damit auf das apodiktische Beweismittel nicht verzichten zu können.

242.

Außer Vernunft und Verstand gibt es noch andere Kräfte im Menschengeist: Gefühl, Willen, Glauben, Phantasie. Die Phantasie spielt eine wichtige Rolle in jeder einzelnen geistigen Anschauung, besonders aber bei der Konstruktion eines Weltbildes. Daher ist ihr Wert auch für die Naturwissenschaft ein großer. Sie kombiniert die Vorstellungen, sie wirkt mit in den Abstraktionen und dadurch vorbereitend für die Ideen. Die Phantasie weckt neue Fragen, sie sucht dadurch unser Wissen zu erweitern oder einzuschränken. So verwerflich Phantasterei in der Wissenschaft ist, so bedeutungsvoll ist eine durch Denken gezügelte Phantasie für ihren Fortschritt. Reichtum an Phantasie erzeugt eine Fülle von Vermutungen; solche Vermutungen als richtig zu bestätigen oder als unzulässig auszuscheiden, ist wissenschaftliches Verdienst.

243.

Sobald wir über den Bereich sicherer Erfahrung hinausgehen, beschreiten wir den Boden der Hypothese. Genau genommen ist schon jedes Erweiterungsurteil eine Hypothese. Die Hypothese ist eine Vermutung, die leicht zur Behauptung wird. Ohne Hypothesen kommen wir in der Wissenschaft so wenig aus wie im gewöhnlichen Leben. Sie sind dem Menschen unentbehrlich; nur um ein Mehr oder Weniger davon kann es sich handeln, um einen höheren oder geringeren Grad von Wahrscheinlichkeit. Es lassen sich Arbeits- und Ergänzungshypothesen unterscheiden. Die Arbeitshypothesen sind Fragen, die wir an die Natur richten, über die man streiten kann, und deren Bejahung oder Verneinung von weiterer Erfahrung erhofft wird. Sie dienen als Sprungbrett, um uns auf dem Gebiete der Erfahrung vor-

wärts zu bringen. Solche Hypothesen finden daher auch ihren Platz in der empirischen Wissenschaft. Die Ergänzungshypothesen sind vergleichbar dem Kitt, der die Steinchen des erfahrungsmäßigen Wissens zu einem Mosaikbilde vereinigt. Sie tragen mehr den Charakter von Behauptungen an sich. Unsere sogenannten Erkenntnistheorien sind durchweg solche Behauptungen. Wenn ich z. B. vom Erleben das Ich abziehe, so ergibt dies einen Rest, den man Geschehen, Geschehen ohne uns nennen kann. Der erkenntnistheoretische Idealismus nimmt an, daß dieser Rest gleich Null sei: das ist eine behauptende Hypothese. Besitzen Ergänzungshypothesen einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit, so gibt man sich meistens von ihrem hypothetischen Charakter gar keine Rechenschaft mehr. Wenn ich z. B. behaupte, daß sich in meinem eigenen Körper ein Gehirn, eine Lunge, ein Herz usw. befinden, so ist dies, strenge genommen, eine auf einen Analogieschluß gestellte Hypothese; denn erfahrungsmäßiges Wissen vom Dasein jener Organe kann man nur haben durch Zergliederung eines fremden menschlichen Körpers. Die Unentbehrlichkeit von Ergänzungshypothesen für die Naturwissenschaft wird durch ein derartiges Beispiel erwiesen; vom Taktgefühl des Naturforschers hängt es ab, welche Hypothesen er bei der Zusammenfügung seiner Naturbilder verwenden will, und wie er den Grad ihrer Wahrscheinlichkeit einschätzt. Sobald dieser Grad ein geringer wird, ist die Hypothese fallen zu lassen. In andern Wissenschaften wuchern Ergänzungshypothesen meistens üppiger als in der Naturwissenschaft, z. B. in der Geschichte; eine Geschichte der Griechen und Römer, die sich noch so sehr auf fest bezeugte Tatsachen stützt, bliebe ohne Ergänzungshypothesen des Geschichtsschreibers eine unzusammenhängende Anhäufung

von Inschriften und Fragmenten aller Art. Der Unterschied einer Hypothese von einer Theorie läßt sich nur für den einzelnen Fall bestimmen; soviel indes kann als allgemein geltend ausgesagt werden, daß eine Theorie über den Rang der Hypothesen hinaus Wahrheit geworden ist, wenn alle ohne Ausnahme logisch gezwungen werden können, sie als richtig anzuerkennen. Intuitiv, vorausschauend beginnt die Forschung mit Hypothesen, die als Probleme bestätigt oder widerlegt werden können. Es gelingt freilich nicht immer, ein Problem zu lösen oder als nichtig zu erkennen, und viele Probleme bleiben für längere Zeit oder für immer als unlösbar bestehen.

244.

Alle Wissenschaft muß von der Maxime beherrscht werden, daß es unsere Pflicht ist, so scharf wie möglich zwischen Wissen und Vermutung zu unterscheiden. Von der Natur haben wir sicheres Wissen nicht außerhalb des Bereiches der Erfahrung; doch auch solch unmittelbares Wissen wird nur möglich unter Annahme gewisser Voraussetzungen, über die wir uns geeinigt haben. Darum ist alles Wissen nur relativ, wie jede Messung relativ ist, und es gibt keine unbedingte Wahrheit auf dem Gebiete des Wissens. Immerhin sprechen wir von Gewißheit, wenn sich eine Tatsache apodiktisch (mathematisch) beweisen läßt, während Indizienbeweise nur Wahrscheinlichkeit, also hypothetische Gewißheit ergeben. A. v. Humboldt spricht in diesem Sinne von Wissen und Ahnden. Solches Ahnden führt uns dahin zu sagen: Es sieht so aus, als ob ein Naturvorgang auf diese oder auf jene Weise sich abspielt. Auf diesem ganzen Gebiete eines Wissens, das nur als Wahrscheinlichkeit klassifiziert werden kann, sind Vorurteile

unsere ärgsten Feinde, und strengste Selbstkritik ist geboten. „Ich weiß, daß ich nicht weiß," ist der Anfang der Weisheit.

245.

Neben der Phantasie ist darum der Zweifel in der Wissenschaft hoch zu bewerten. Die Geschichte belehrt uns, wieviel wir Descartes, dem Zweifler, verdanken. Die Verdienste eines andern großen Zweiflers, ich meine Hume, sind nicht geringer anzuschlagen. So wertvoll ein gesunder Zweifel ist für die Kritik und die Selbstkritik, so unmenschlich ist ein auf die Spitze getriebener Zweifel, weil ohne Vermutungen der Mensch auch in der Wissenschaft nicht auskommt, will er nicht auf jedes Weltbild verzichten. Es war richtig, wenn Locke bezweifelte, daß unser Verstand zur Lösung aller sich darbietenden Probleme befähigt sei. Dies ist eine Mahnung zu der dem Menschen allein geziemenden Mäßigung und Bescheidenheit. Wollte man andrerseits aber alles, was nicht unmittelbar verständlich ist, als nicht existierend ansehen, so „wäre es am einfachsten, die Existenz der ganzen Erscheinungswelt zu leugnen," sagt E. Mach. Wenn wir uns vor solchem übertriebenen Agnostizismus zu hüten haben, so führt doch der richtige Zweifel auf Geheimnisse und Rätsel innerhalb des Naturgeschehens, zu deren Lösung kaum eine Aussicht besteht. Wir gehen nicht zu weit, wenn wir sagen, daß in der Naturwissenschaft die Rätsel mit dem Fortschreiten des Wissens wachsen. Einen geheimnisvollen Grund der ganzen Erscheinungswelt kann niemand leugnen. Genau genommen ist das Wesen jeder physikalischen Kraft für uns ein Geheimnis, und was letzten Grundes Materie, was Energie ist, wissen wir nicht. Wir sind von Geheimnissen umgeben, und unser Inneres umschließt ein großes Geheimnis; das sollen wir ruhig ein-

räumen. Die wahren Ignoranten sind diejenigen, die alle Welträtsel gelöst zu haben vermeinen.

246.

Das Bewußtsein unseres Unvermögens im Erkennen aller Geheimnisse der Natur führt zum Glauben. Der naturwissenschaftliche Glaube ist dem Urteil verwandt. Der Glaube kann positiv oder negativ sein. Positiv glaubt man an Atome als Träger der chemischen, an Äther als Träger der strahlenden Energie; an eine Seele als Träger der Empfindungen. Die negativ Gläubigen oder Skeptiker unter den Naturforschern glauben weder an Atome noch an Äther, noch an eine Seele. Einen Glauben bekennen aber beide Parteien. Auch D. F. Strauß bekannte nur einen neuen atheistischen Glauben, den er dem alten theistischen entgegenstellte. Es scheint mir bemerkenswert zu sein, daß wir trotz der ungeheuren Fortschritte unseres Wissens auch heute noch nicht über den Standpunkt Platos hinausgekommen sind, welcher sagt: „In der Physik läßt sich nur Wahrscheinliches, nichts Gewisses aufstellen; daher ist die Form der Naturerkenntnis nicht das Wissen, sondern der Glaube.“ Natürlich darf ein solcher Glaube nicht phantastisch ins Unbegrenzte schweifen; auch demgegenüber ist an das Taktgefühl und den Wahrheitssinn des Naturforschers zu appellieren. So sehr wir an die Zukunft unserer Wissenschaft glauben müssen, so sehr haben wir uns vor den Gefahren des Autoritätsglaubens zu hüten, die in der Form der Suggestion, und, sofern wir uns selbst Autorität sind, der Autosuggestion auf uns lauern. Als Warnungstafel sollte Goethes Spruch: „Das Wunder ist des Glaubens liebstes Kind“ für den Naturforscher stets aufgerichtet sein; wie richtig aber Goethe das Wesen des Glaubens verstand,

zeigt ein anderer Ausspruch von ihm, in dem er sich mit Plato begegnet, und welcher lautet: „Der Glaube ist nicht der Anfang, sondern das Ende alles Wissens.".

247.

Aus den verschiedenen Gesichtspunkten heraus entstehen für die Naturforschung leicht Konflikte der Anschauung. Man kann etwas sehen, und man kann es auch anders sehen. Ohne Denken keine Anschauung, ohne Sinneswahrnehmungen keine Vorstellungen — so greifen die Funktionen ineinander. Durch ihre Kompliziertheit wird dem Einschleichen des Irrtums Vorschub geleistet. Nach Locke wurzelt der Irrtum zumeist in der Sprache, indem beim gleichen Wort verschiedene Menschen verschiedenes denken, und doch das gleiche zu denken vermeinen. Nach Descartes ist die Willensfreiheit eine Quelle des Irrtums in unserm Urteil. Nietzsche geht soweit, an die Stelle von „Welt als Vorstellung" das Wort „Welt als Irrtum" zu setzen. Das ist eine übertreibende Paradoxie; allein sie mahnt uns doch, daran zu denken, daß wir in allem unsern Wissen stets den Irrtum vorbehalten müssen. Sonst geraten wir zu leicht in die Gefahren der Illusionen, die immer bereit stehen, um uns zu äffen. Diese Illusionen sind vergleichbar einer Schar von Dämonen, die uns umgaukeln, und deren Gefährlichkeit sehr verschiedene Grade umfaßt, von leichten Täuschungen in der Anschauung bis zu den Visionen und Halluzinationen hinauf.

248.

Zu den wissenschaftlichen Illusionen rechne ich auch den sogenannten Monismus. Seinen Anhängern gilt er als Axiom, indem sie die Forderung aufstellen, alles Naturgeschehen müsse aus einem einzigen Prinzip heraus erklärt werden.

Ich meinerseits kann die Berechtigung einer solchen Forderung nicht anerkennen. Wenn im Gebiete der Natur nur Beziehungen Gegenstand der Erfahrung sind, so braucht nicht erst darauf hingewiesen zu werden, daß Beziehungen nur zwischen einer Mehrzahl von Dingen möglich sind. Schon dies spricht gegen den Monismus. Ich vermag auch den Dualismus von Descartes nicht als unberechtigt anzusehen, der Denken und Ausgedehntes als die Elemente seines Weltbildes bezeichnete. Auch das Kausalprinzip scheint mir mit dem Monismus unvereinbar zu sein; denn ein ursachloses, d. h. beziehungsloses Geschehen gibt es nicht. Gewiß hat der Naturforscher die Erscheinungen aus so einfachen Prinzipien wie nur möglich abzuleiten; doch bis zum Gebote des Monismus braucht diese Maxime nicht gesteigert zu werden. Psychologisch ist der Monismus mir verständlich als ein Wunsch des Denkens zur Vereinfachung seines Objekts; solchen Wunsch aber mit einer Tatsache zu verwechseln oder mit einem Axiom, halte ich für einen radikalen Denkfehler. Wenn man verkünden hört, der Monismus sei „ein Prinzip endgültiger Wahrheit" im Bereiche der Naturforschung, so erlaube ich mir, daran zu zweifeln und halte diese Meinung für eine Illusion. Jene „Wahrheit" dürfte lediglich darin bestehen, daß man durch Abstraktion zwei oder mehr Begriffe einem einzigen logisch unterordnen kann; für die Erkenntnis der tatsächlich die Welt zusammensetzenden Mannigfaltigkeiten wird damit nicht das geringste gewonnen. Der formale Vorteil monistischer Abstraktion bleibt den realen Werten der Natur gegenüber bedeutungslos.

249.

Wie der Weltprozeß, so ist auch die Wissenschaft von der Natur ein Werden. Der Mensch kämpft um die Wahr-

heit; er gewinnt sie in Bruchstücken, ihr voller Besitz bleibt ihm versagt. Doch schon die Erkenntnis dieser Bruchstücke ist wertvoll genug, und wir dürfen hoffen, im Laufe der Zeit unsere Kenntnisse noch gewaltig zu vermehren. Doch zu jener Wagnerstimmung: wie herrlich weit wir es gebracht, — ist noch kein Anlaß, sobald wir den Blick erheben von dem, was wir wissen, zu dem, was wir nicht wissen; wo solche Stimmung zum Ausdruck gelangt, ist sie meistens das Zeichen eines niedrigen Geistesniveaus. Jede echte Naturwissenschaft hat in der sorgfältigen Erforschung des Kleinen und Unscheinbaren einzusetzen; doch das wissenschaftliche Ziel kann sich nicht auf das Studium der Einzelheiten beschränken; es muß dahin trachten, perspektivische Bilder der verschiedenen großen Naturgebiete zu gewinnen und diese schließlich zu einen Weltbilde zu vereinigen, in dem die Einzelheiten sich dem Auge allerdings wieder mehr verbergen. Treffend hat Rückert dies ausgedrückt in den Worten:

Je höher du wirst aufwärts gehn,
Dein Blick wird immer allgemeiner;
Stets einen größern Teil wirst du vom Ganzen sehn,
Doch alles einzle immer kleiner.

250.

Der Naturforscher braucht nicht bei der Zergliederung der Erscheinungen stehen zu bleiben; er darf es auch wagen, sich im Fluge der Ideen dem schauenden Künstler zu gesellen. Wissenschaft und Kunst haben innigere Beziehungen zueinander als man gewöhnlich meint. Das beweisen Lionardo, Goethe, Carlyle.



Piererſche Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co. in Altenburg.








E.STECHER
& CO.

